

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Božo Krilanović

**UTJECAJ IZGRADNJE ZRAČNE LUKE DUBRVONIK NA
OKOLIŠ**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Zagreb, 2. lipnja 2015.

Zavod: **Samostalna katedra**
Predmet: **Ekologija u prometu**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 1768

Pristupnik: **Božo Krilanović (0135230369)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Utjecaj izgradnje zračne luke Dubrovnik na okoliš**

Opis zadatka:

U radu je potrebno analizirati utjecaj Zračne luke Dubrovnik na stanje okoliša. Potrebno je odrediti mjere zaštite i objasniti utjecaj na zemljište i vode na zračnoj luci, tretiranju otpada, buci i emisijama štetnih i stakleničkih plinova i usporediti ih s regulativom EU.

Zadatak uručen pristupniku: 11. ožujka 2015.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

prof. dr. sc. Jasna Golubić

Sveučilište u zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**UTJECAJ IZGRADNJE ZRAČNE LUKE DUBROVNIK NA
OKOLIŠ**

**IMPACT OF CONSTRUCTION OF THE AIRPORT DUBROVNIK ON
THE ENVIRONMENT**

Mentor: dr.sc. Jasna Golubić
Student: Božo Krilanović, 0135230369

Zagreb, 2015.

UTJECAJ IZGRADNJE ZRAČNE LUKE DUBROVNIK NA OKOLIŠ

SAŽETAK

Buka, emisije štetnih tvari zrakoplovnih motora, stvaranje otpada te utjecaj na vode u okolici zračnih luka su neki od čimbenika koji prikazuju negativan utjecaj zračnog prometa na okoliš. Zračna luka Dubrovnik aktivno provodi mjere vezane uz zaštitu okoliša. Implementacija zračnih mostova koji će smanjiti utjecaj buke i ispušnih plinova, postavljanje akustičnih obloga na fasade zgrada, pročišćavanje otpadnih voda, reciklaža materijala i ostale mjere pokazuju da zračna luka Dubrovnik teži ka održivom razvoju. Korištenje alternativnih goriva, razvoj motora nove generacije koji će biti tiši u odnosu na prijašnje, primjena CDA tehnike, su neke od mjera čijom primjenom bi utjecaj zračnog prometa na okoliš bio smanjen. Ciljevi zračnog prometa su usmjereni i na održivi razvoj zrakoplovstva što zahtijeva implementaciju novih tehnologija i mjera koje će zračni promet sa ekološkog aspekta učiniti prihvatljivim.

KLJUČNE RIJEČI: okoliš; zračna luka Dubrovnik; održivi razvoj; nove tehnologije

SUMMARY

Noise, emission of harmful substances produced by aircraft engines, waste generation and the impact on the water around airports are some of the factors that shows negative impact of air traffic on the environment. Dubrovnik airport actively pursuing measures related to environmental protection. Implementation of air bridges that will reduce the impact of noise and exhaust emissions, installation of acoustic panelling on the building surfaces, wastewater treatment, material recycling and the other measures shows that airport Dubrovnik is striving for sustainable development. The use of alternative fuels, development of new generation type of engine that will be quieter than previous, application of CDA technique, are some of the measures which implementation should reduce impact of air traffic on the environment. Goals of air transport are focused on sustainable development of aviation, which requires the implementation of new technologies and measures that will make air transport sustainable from an environmental point.

KEYWORDS: environment; Dubrovnik airport; sustainable development, new technologies

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Utjecaj zračnog prometa na okoliš	3
2.1 Buka u komercijalnom zrakoplovstvu	4
2.2 Emisije štetnih i neštetnih tvari	8
2.3 Utrošak energije	12
2.4 Utjecaj izgradnje i proširenja zračne luke	14
3. Stanje zračne luke Dubrovnik	18
3.1 Utjecaj na zemljišta i vode na zračnoj luci i okolici.....	18
3.2 Tretiranje otpada	21
3.3 Recikliranje materijala	23
4. Mjere zaštite na zračnoj luci Dubrovnik.....	26
4.1 Mjere za smanjenje buke.....	26
4.2 Mjere za smanjenje onečišćenja voda i tla	34
4.3 Mjere za smanjenje štetnih tvari	37
5. Reakcije sudionika u zračnom prometu na smanjenje buke i ispušnih plinova ..	40
5.1 Reakcije zračnih luka.....	40
5.2 Reakcije proizvođača zrakoplova	43
5.3 Reakcije zrakoplovnih prijevoznika.....	46
6. Zaključak.....	49
Popis literature.....	51
Popis slika	53
Popis tablica	54

1. Uvod

U današnje vrijeme zračni promet je jedan od najčešće korištenih oblika transporta na svijetu. Činjenica je da otprilike tri milijarde putnika godišnje koristi zračni promet kao oblik transporta dovoljno govori o važnosti takvog oblika prijevoza. Usprkos svim prednostima koje zračni promet sadrži, u obzir se moraju uzeti i utjecaji samog zračnog prometa na okoliš. Zaštita okoliša je skup odgovarajućih aktivnosti i mjera kojima je cilj sprječavanje onečišćenja i zagađenja okoliša, sprječavanje nastanka štete, smanjivanje i otklanjanje štete nanesene okolišu te povrat okoliša u prvobitno stanje prije nastanka štete. Gradnja zračnih luka, buka u zrakoplovstvu, emisije štetnih produkata zrakoplovnih motora, štetan utjecaj na životinjske vrste kao i na ljude, tretiranje otpada kao i ostale neželjene nuspojave predstavljaju opasnosti koje se moraju minimizirati ili ako je moguće potpuno ukloniti kako bi zračni promet s ekološkog aspekta postao održiv. Određena inicijativa za stvaranje zrakoplovstva koje će biti ekološki održivo u budućnosti postoji.

IATA i ICAO su tijela koja doprinose ekologiji u zračnom prometu. Utjecaj IATA-e je vidljiv donošenjem rezolucije o okolišu koju je prihvatio ICAO. Ta rezolucija je podržala ICAO-vu inicijativu o donošenju ekoloških kriterija pri izdavanju uvjerenja kojima se potvrđuje da zračni prijevoznici moraju zadovoljiti kriterije buke, emisije štetnih plinova i kemikalija kako bi se smanjio negativan utjecaj zračnog prometa na okoliš. Tema završnog rada je utjecaj izgradnje zračne luke Dubrovnik na okoliš i mjere prevencije. Cilj rada je prikazati koji su čimbenici koji negativno utječu pri izgradnji zračnih luka, posebice zračne luke Dubrovnik. Također je cilj navesti i objasniti mjere koje bi primjenom na zračnim lukama znatno smanjile negativan utjecaj zračnog prometa na okoliš.

Materija je izložena u šest poglavlja:

1. Uvod
2. Utjecaj zračnog prometa na okoliš
3. Stanje zračne luke Dubrovnik
4. Mjere zaštite na zračnoj luci Dubrovnik
5. Reakcije sudionika u zračnom prometu na smanjenje buke i ispušnih plinova
6. Zaključak

Utjecaj zračnog prometa na okoliš se očituje kroz: buku u zrakoplovstvu, emisiju plinova zrakoplovnih motora, narušavanje flore i faune prilikom izgradnje zračnih luka, onečišćenje vode i tla u okolici zračnih luka. U ovom poglavlju su analizirani svi negativni utjecaji zračnog prometa na okoliš. U trećem poglavlju je analizirano trenutno stanje zračne luke Dubrovnik, to jest njezin utjecaj na zemljišta i vode u okolici zračne luke, tretiranje otpada, recikliranje materijala i drugi utjecaji na okoliš koje stvara zračna luka Dubrovnik. U sljedećim poglavljima su opisane mjere zaštite okoliša na zračnoj luci Dubrovnik kao i reakcije sudionika u zračnom prometu na smanjenje buke i ispušnih plinova.

U današnje vrijeme zračne luke imaju negativan utjecaj na okoliš koji se može ekološkim propisima, mjerama i kriterijima smanjiti. S ekološkog aspekta zračne luke moraju primjenjivati ove zahtjeve kako bi bile ekološki održive i kako bi obavljale svoju zadaću tako da ne utječu u velikoj mjeri na okoliš.

2. Utjecaj zračnog prometa na okoliš

Zračni promet u okoliš generira brojne štetne produkte. Takvi produkti u velikoj mjeri utječu na okoliš, a pogotovo na okoliš zračnih luka. Važna prekretnica u razvoj zrakoplovstva bilo je uvođenje mlaznog zrakoplovnog motora 60-ih godina dvadesetog stoljeća. Mlazni motor je omogućio zrakoplovima brojne prednosti kao: Veće brzine leta, smanjenje specifične potrošnje goriva, povećanje doleta i još mnoge prednosti koje su pozitivno utjecale na razvoj zračnog prometa. Pošto je porast godišnjeg zračnog prometa po pitanju broja putnika 4 %, a teretnog prometa 6,4 % s naznakama daljnjeg rasta, potrebno je voditi brigu o zaštiti okoliša zbog nuspojava koje proizlaze zbog sve većeg i bržeg razvoja zrakoplovstva.

Zrakoplovi negativno utječu na okoliš zbog sljedećih aktivnosti koje uzrokuju, a one su:

- stvaranje buke
- stvaranje emisije iz zrakoplovnih motora
- narušavanje flore i faune potrebnog lokaliteta i okoliša zračne luke
- onečišćenje vode i tla u okolini zračnih luka.

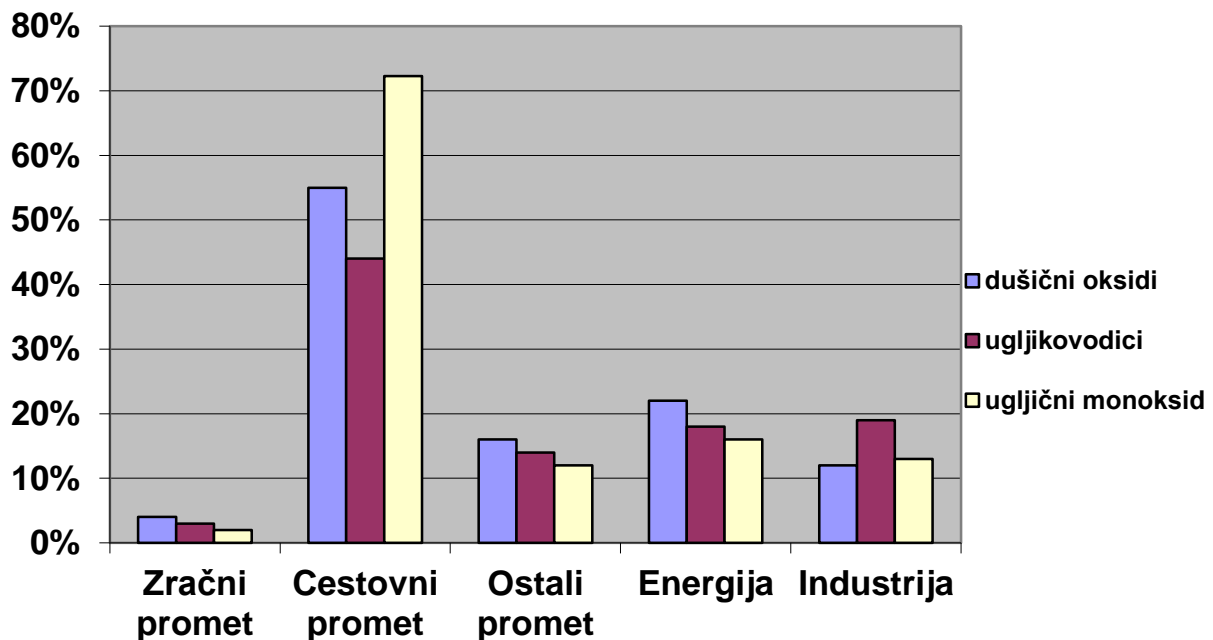
Utjecaj zračnog prometa na okoliš je velik u tolikoj mjeri da čak 3 % štetnih stakleničkih plinova stvara zrakoplovstvo. Osim rezolucije o okolišu koja je donesena kako bi zračni prijevoznici shvatili značenje ekologije u zračnom prometu donesen je još i *three pillar* model koji se zasniva na konceptu održivosti, a nalazi se u ekonomskim i operativnim mjerama kao što su ekonomski rast, ekološka uravnoteženost i društveni napredak. Prevencija štetnog djelovanja zračnog prometa na okoliš se želi postići davanjem strateških smjernica komplementarnog razvoja prometnih grana zajedničke transportne politike EU. Takve mjere su ukidanje subvencija i poreznih olakšica, uvođenje ekoloških naknada i ekološko gospodarenje.

Koncepcija održivog razvoja se odnosi na razdoblje do 2010. godine i po uzoru na tu koncepciju očekivali su se sljedeći rezultati:

- smanjiti potrošnju goriva motora za 20%
- smanjiti izravne operativne troškove za 3%

- smanjiti razinu buke za 10 dB
- smanjiti emisiju dušičnih oksida (NOx) za 85%¹

U antropogenoj produkciji stakleničkih plinova koji utjecaju na globalne klimatske promjene zračnom prometu se pripisuje udio od 3 do 4 %. Slika 1. prikazuje izvore emisije stakleničkih plinova po granama prometa, a na grafikonu se vidi da je udio zrakoplovstva pri stvaranju stakleničkih plinova iznimno malen. Utjecaj zračnog prometa na okoliš će konstantno rasti zbog toga što zračni promet će po predviđanjima konstantno rasti u budućnosti.²



Slika 1. Izvori emisije stakleničkih plinova po granama prometa

Izvor: Steiner, S.; Božičević, J.; Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa* // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.). Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni), str.6.

2.1 Buka u komercijalnom zrakoplovstvu

Buka u zrakoplovstvu predstavlja jedan od osnovnih ekoloških problema. Problem buke u zračnom prometu je reguliran dokumentom Annex 16 ICAO. U okviru

¹ Steiner, S.; Božičević, J.; Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa* // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.). Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni), str.2.

² Ibid., str.1.

Annex-a 16 ICAO utvrđena je klasifikacija i certifikacija o razini buke koju izazivaju pojedini tipovi podzvučnih mlaznih motora. U tom smislu zrakoplovi su podijeljeni u 3 kategorije, a one su:

- **Kategorija 2** - Zrakoplovi koji djelomično odgovaraju dopuštenom stupnju buke radi čega ih se treba utišati ili potpuno izbaciti iz komercijalne uporabe. U ovu kategoriju pripadaju mlazni zrakoplovi za koje je podnesen zahtjev za certifikaciju prije 6.listopada 1977 godine. U ovu skupinu pripadaju zrakoplovi koji su se ponajviše koristili u posljednjih 25 godina, a to su: B-727-100, B-727-200, B-737-200, DC-9, DC-10, B-747-100 i ostali.
- **Kategorija 3** - U ovu kategoriju pripadaju zrakoplovi koji odgovaraju dopuštenom stupnju buke takozvani tihi zrakoplovi. Tu spadaju zrakoplovi novije generacije kao što su: B-737-300, B-737-400, B-737-500, A-319, A-320, A-321, A-340 i drugi manji zrakoplovi
- **Kategorija 4** -Najnovija kategorija zrakoplova. Zahtjev za certifikacijom je stupio na snagu 2006.godine. Zrakoplovi koji spadaju u ovu kategoriju će imati razinu buke nižu za 10 dB od postavljenih granica, što predstavlja izuzetno bitan doprinos sa aspekta smanjenja buke u zračnom prometu.³

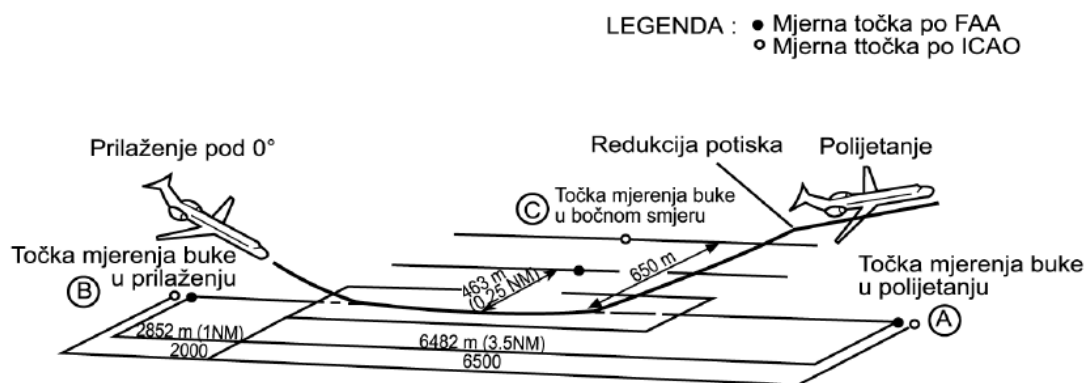
U svrhu standardizacije mjerenja intenziteta buke pri certificiranju zrakoplova, ICAO je propisao referentne točke i standardne uvjete u kojima se utvrđuje razina buke pri polijetanju odnosno slijetanju. To su:

- **Točka A (Preletna točka)** - Nalazi se na produženoj središnjici uzletno sletne staze(USS), udaljena 6500 m od početka zalet pri polijetanju. U toj točki se mjeri razina buke zrakoplova pri uzlijetanju.
- **Točka B (Prilazna točka)** - Nalazi se na produženoj središnjici uzletno sletne staze, 2000 m od praga uzletno sletne staze. U ovoj točki se mjeri razina buke zrakoplova pri slijetanju.
- **Točka C (Lateralna točka)** - Nalazi se na paralelnoj središnjici uzletno sletne staze, a udaljena je od središnjice 650 m, gdje je razina buke najveća za vrijeme uzlijetanja zrakoplova.⁴

³ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str.154.

⁴ Ibid., str. 154.

Na slici 2. su prikazane točke mjerenja razine buke na zračnim lukama.



Slika 2. Točke mjerenja razine buke na zračnim lukama

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., 154.str.

Da bi se utvrdila kategorija zrakoplova prema buci koju sam zrakoplov proizvodi potrebno je izvršiti precizno mjerenje buke. Dopuštena razina bučnosti u zračnom prometu se izražava prema jedinici koja se zove EPN dB (Effective perceived noise decibel), što znači decibela efektivno čujne odnosno zamijećene buke.⁵ Zrakoplovi proizvode najveću buku pri uzlijetanju i slijetanju. Zrakoplov prilikom leta stvara buku, a izvore buke možemo podijeliti u dvije skupine, pogonsku i strukturalnu.

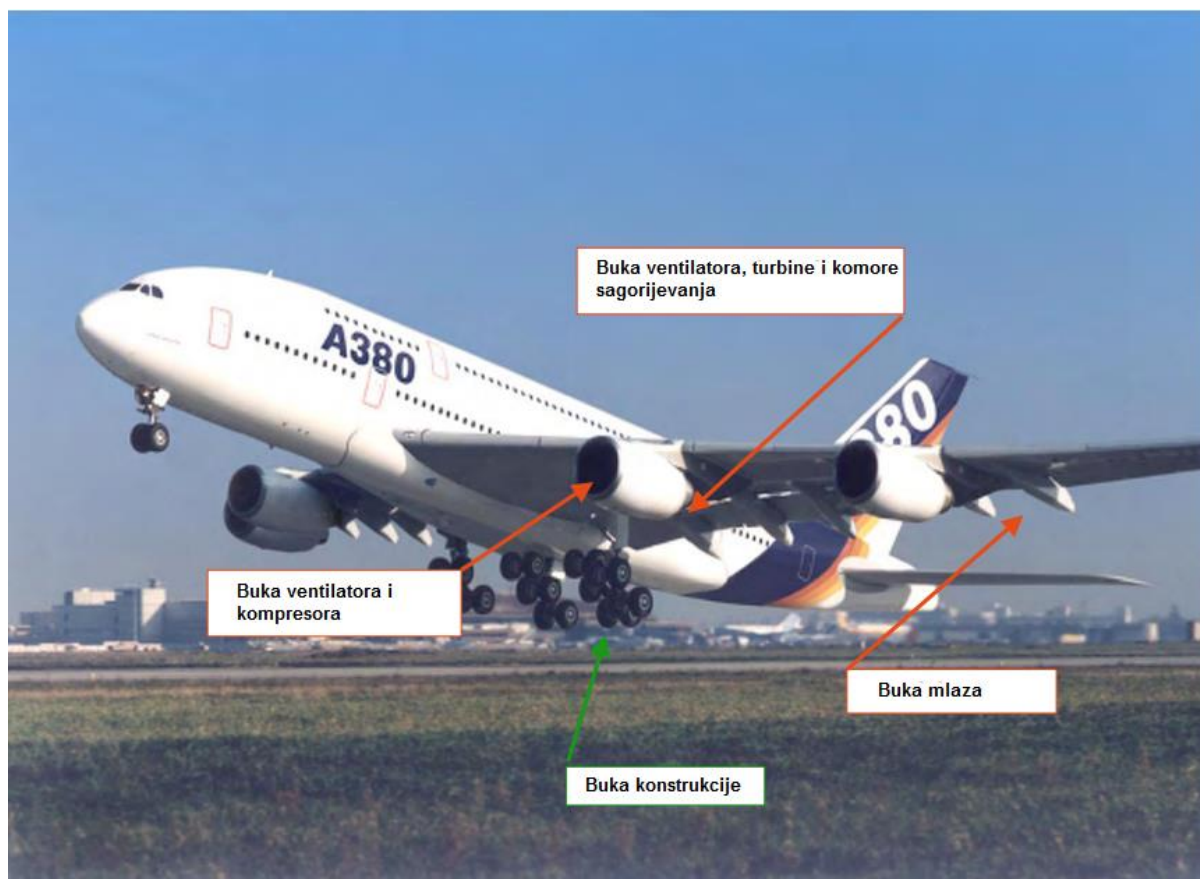
Pogonska skupina stvara buku radom motora. Pogonsku buku kod mlaznih motora možemo podijeliti na buku uzrokovanu intenzivnim ispuhom spaljenih plinova radi sagorijevanja goriva u komori za izgaranje pri visokim temperaturama. Glavne karakteristike buke koju stvara ispuh mlaznog motora su da takva buka se stvara na krajnjem dijelu motora, a buka je jako direktna i snažna.⁶

Druga vrsta buke koju proizvodi zrakoplov je buka izazvana strukturom zrakoplova. Struktura pojedinog zrakoplova stvara veliku buku radi opstrujavanja zraka prilikom polijetanja i slijetanja. Glavni izvori strukturalne buke su spuštani stajni trap, rubovi zrakoplova, zakrilca, pretkrilca, repne površine i ostale izbočine na trupu zrakoplova.⁷ Primjer izvora buke koju proizvodi zrakoplov A-380 prikazan je na slici 3.

⁵ Ibid., str. 156.

⁶ http://dream-air.ru/new/pilotam/AircraftNoise-copy_2-.pd, 10.08.2015.

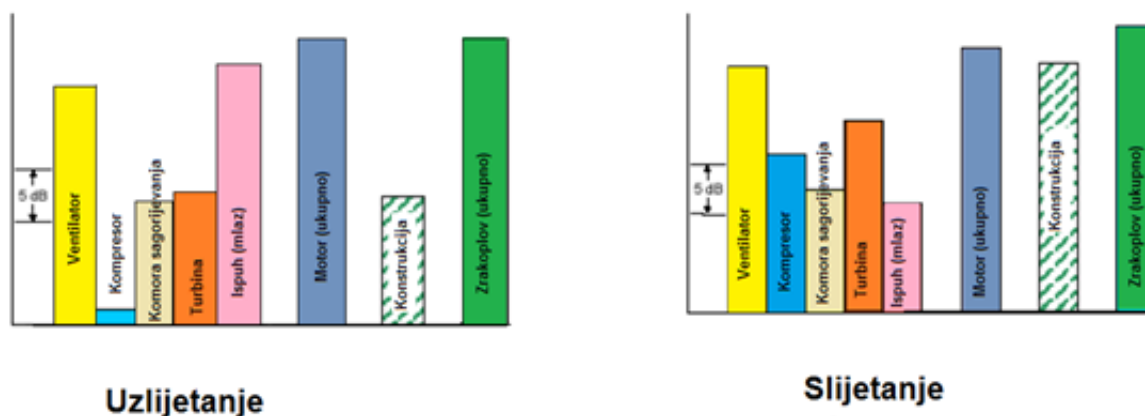
⁷ Ibid.



Slika 3. Izvori buke Airbusa A-380

Izvor: http://dream-air.ru/new/pilotam/AircraftNoise-copy_2-.pd, 10.08.2015.

Istraživanja pokazuju da buka se povećava za oko 10 dB zbog visokouzgonskih površina kao što su predkrilca i zakrilca u odnosu prema čistoj konfiguraciji. Generalno gledajući zrakoplovi proizvode najveću razinu buke prilikom slijetanja i uzlijetanja. Strukturalna buka doseže najveće vrijednosti prilikom slijetanja kada je snaga motora minimalna dok buka uzrokovana radom mlaznih motora doseže svoj maksimum prilikom polijetanja. Slika 4. prikazuje vrijednost izvora buke koju stvara zrakoplov u fazi slijetanja i uzlijetanja.



Slika 4. Vrijednost izvora buke koju stvara zrakoplov u fazi slijetanja i uzlijetanja
Izvor: http://dream-air.ru/new/pilotam/AircraftNoise-copy_2-.pd, 10.08.2015.

Zračne luke nisu opterećene samo bukom zrakoplova već i bukom koju stvaraju razna vozila kao što su vozila za prihvat i otpremu putnika, tereta i zrakoplova. Rješenje koje se već primjenjuje u brojnim zračnim lukama su vozila pogonjena električnom energijom.⁸ Iako takva vozila će smanjiti razinu buke na zračnim lukama ono također doprinosi i stvaranju dodatnog utroška energije. Takva vozila su jako skupa prilikom njihove nabave, ali značaje sume novca trebaju biti utrošene u njihovo održavanje.

2.2 Emisije štetnih i neštetnih tvari

U današnje vrijeme zračni promet je najbrže rastući oblik transporta. Više od 16 tisuća mlaznih zrakoplova svjetskog komercijalnog zrakoplovstva godišnje stvara više od 600 milijuna tona ugljičnog dioksida (CO₂).⁹ Kao pokazatelj štetnosti zrakoplovstva je činjenica da povratni let jedne osobe na relaciji London - New York stvara između 1,5 do 2 tone CO₂.¹⁰ Onečišćenje zraka i okoliša zrakoplovstvom ovisi o brojim faktorima kao što su: tip zrakoplova, tip motora, opterećenje motora pri polijetanju i slijetanju, i dr.¹¹

⁸ Pavlin, S.: *Aerodormi 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 330.

⁹ http://aviationbenefits.org/media/50198/ATAG__AviationBenefits2014_SUMMARY_web.pdf, 26.08.2015.

¹⁰ Steiner, S.; Božičević, J.; Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"*- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.). Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni), str. 2.

¹¹ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str.180.

Prema Annexu 16 ICAO volume 2 predmet istraživanja su: ugljični monoksid (CO), NO_x, ugljikovodici (HC) te koksne čestice. Pritom je važno napomenuti da se vrijeme zadržavanja ovih zagađivača znatno razlikuje. Tako se sumporov dioksid (SO₂) zadržava od 1 do 6 dana, čestice od 3 do 7 dana, dušični oksidi od 1 do 3 dana, ugljikovodici od 1 do 2 dana, a ugljikov monoksid zadržava se oko 0.3 godine.¹² Takvi zagađivači na brojne načine ugrožavaju okoliš. Pojedini zagađivači se s vremenom razgrađuju, drugi stižu na zemlju zajedno s oborinama te je na taj način zagađuju, a mnogi vrlo aktivno ugrožavaju važne standardne komponente zraka poput ozona. Iz tablice je vidljivo da ispuštanje određenih ispušnih plinova koje proizvodi motor nije jednako za sve faze leta. Prema tome zrakoplov na zemlji, u fazi rulanja i pri praznom hodu emitira visoku emisiju CO i HC, ali i nisku emisiju NO_x, a to se vidi na tablici 1.

¹² Ibid., str.181.

Tabela 1. Količina ispušnih plinova u određenim režimima rada motora

Režim rada motora	Faktor opterećenja motora	Prosječno trajanje faza (min)	Koncentracija komponenata ispušnog plina (kg/h), (kg/faza)					
			CO		HC		NO _x	
Rulanje i prazan hod	0,007	15	46,72	(11,7)	38,1	(9,52)	0,45	(0,11)
Polijetanje	1,00	0,7	4,54	(0,05)	5,44	(0,06)	67,1	(0,81)
Penjanje	0,85	2,2	4,54	(1,68)	5,89	(2,18)	42,6	(15,7)
Spuštanje	0,30	4,0	13,15	(0,88)	5,44	(0,36)	9,07	(0,61)
Slijetanje	0,07	7,0	4,54	(0,53)	5,89	(0,70)	42,6	(5,12)
Ukupno		29		(14,82)		(12,82)		(23,22)
Krstarenje			4,54		5,60		45,2	

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str.181.

Pri polijetanju emisija NO_x se povećava čak 15000 %, a u fazi krstarenja to povećanje iznosi 10000 %.¹³ Ti podaci prikazuju činjenicu da je emisija NO_x prilikom polijetanja i ustaljenog horizontalnog leta veća otprilike 100 puta u odnosu kada je zrakoplov na zemlji. Najopasniji zagađivač je NO_x zbog dva štetna klimatska efekta koje uzrokuje. Dušični oksidi u gornjim slojevima troposfere povećavaju količinu ozona koja na ovim visinama stvara efekt staklenika. Također u stratosferi gdje lete nadzvučni zrakoplovi izazivaju oštećenja prirodnog ozonskog sloja.¹⁴

Emisije štetnih ispušnih plinova koje generiraju mlazni, ali i klipni zrakoplovni motori imaju određene specifičnosti. Tako za subsonične zrakoplove emisija ispušnih plinova se odvija na visinama od 6 do 12 kilometara dok za nadzvučne zrakoplove visine iznose i do 20 kilometara. Tablica 2. prikazuje štetne ispušne plinove zrakoplovnih motora, u kojim fazama se pojavljuju i učinke koje pojedini zagađivači imaju na okoliš.

¹³ Ibid., str. 181.

¹⁴ Ibid., str. 184.

Tabela 2. Faze javljanja štetnih ispušnih plinova zrakoplovnih motora i njihove posljedice na okoliš

Onečišćivači	Faza leta	Posljedice na okoliš
Neizgorivi ugljikovodici (HC)	pri pogonu na zemlji	Fotokemijske reakcije, otrov, neugodan miris
Ugljik (II) oksid		otrov
Dušični oksidi NO _x	pri uporabi velike snage, uključujući i samo trajanje leta	Fotokemijske reakcije, kisele kiše, otrov, oštećenje ozonskog sloja
Dim (C)	polijetanje i uspinjanje	vidljivost
(NO _x) – najgori onečišćivači -najdulje vrijeme ispuštanja u atmosferu -značajan utjecaj na okoliš		

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str.181.

Područje djelovanja zagađivača koje proizvode zrakoplovni motori najznačajnije je na visinama od 8 do 12 kilometara. Na tim visinama su područja troposfere i tropopauze i zrakoplovi na tim visinama su jedini antropogeni zagađivači.¹⁵ Sveukupno jedna petina štetnih zrakoplovnih zagađivača se emitira u donjim stratosferskim slojevima dok ostale četiri petine su emitirane unutar područja troposfere. Uz već nabrojene zagađivače važno je uključiti i vodenu paru koja je produkt koji stvara zrakoplovni motor.

Vodena para u stratosferi ima jako štetno djelovanje na okoliš. Ona tvori kondenzacijske pruge koji tvore ledene cirus oblake čija akumulacija pridonosi efektu staklenika. Drugi štetni uzrok vodene pare je tvorba stratosferskih oblaka koji razgrađuju ozonski omotač. Zagađivač čije ispuštanje u okoliš je izuzetno važno smanjiti u budućnosti je ugljični dioksid (CO₂), a jedan od najvećih izvora CO₂ je izgaranje goriva, u slučaju zrakoplovstva riječ je o izgaranju kerozina. Kako su emisije CO₂ proporcionalne utrošenom gorivu i iznose 3,15 tona CO₂ po toni utrošenog goriva očekuje se porast od čak 50% do kraja 2015 godine. Važnost učinka CO₂ i vodene pare na okoliš je prepoznata te se u zadnjih 30 godina iskoristivost i efikasnost potrošnje zrakoplovnog goriva udvostručila pa se time i donekle smanjila potrošnje goriva. Taj napredak je ostvaren većim faktorom punjenja,

¹⁵ Steiner, S.; Božičević, J.; Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.).* Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni), str. 2.

usavršavanjem aerodinamike zrakoplova i tehnologijom izrade novih, ekološki naprednijih motora. Ispušni plinovi na zračnoj luci nastaju uglavnom radom motora cestovnih motornih vozila na benzin i naftu te mlaznih motora na kerozin.

Ispitivanja koja su provedena u SAD-U i Njemačkoj su pokazala da je razina zagađenja zraka u zračnoj luci zbog velikog prostora na kojoj se ona proteže manja od zagađenja zraka na većoj gradskoj cestovnoj prometnici. Rezultati istraživanja su pokazali da je udio pojedinih izvora u ukupnoj emisiji ispušnih plinova sljedeći:

- 45% glavni motori zrakoplova
- 45% motorna vozila u dolasku u zračnu luku i odlasku
- 10% motorna vozila zadužena za prihvat i otpremu putnika, prtljage i zrakoplova.¹⁶

2.3 Utrošak energije

Svaka zračna luka troši značajne količine energije za obavljanje svojih funkcija. Najznačajniji oblici energije koji se koriste na zračnim lukama su električna i toplinska energija, goriva i značajna potrošnja vode. Jedna od glavnih mjera koja se u današnje vrijeme poduzima u zračnom prometu je veća energetska učinkovitost goriva odnosno manja potrošnja goriva koja rezultira zadovoljavajućim performansama zrakoplovnih motora. Današnji zrakoplovi po pitanju energetske učinkovitosti su 70 % efikasniji u odnosu na razdoblje prije 40 godina. Brojne analize pokazuju da su u posljednjih deset godina zrakoplovni prijevoznici poboljšali efikasnost potrošnje goriva za 20 %. Današnji zrakoplovi svoju djelatnost žele obavljati uz što nižu potrošnju goriva.

Primjena kompozitnih materijala i razvoj nove koncepcije motora koji sadrže komoru za izgaranje kod koje se smanjuje potrošnja goriva a time i emisija NO_x predstavljaju mjere kojima se daje velika važnost prilikom izgradnje novih modela zrakoplova. Kompozitni materijali koji se koriste pri izradi zrakoplova su:

- plastika ojačana vlaknima
- staklena vlakna

¹⁶ Pavlin, S.: *Aerodormi 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006, str. 329.

- fiberglas
- ojačani karbon
- super legure bazirane na niklu, kobaltu ili željezu.

Pošto udio kompozitnih materijala u zrakoplovnoj industriji iznosi od 35 do 45%, takva činjenica predstavlja veliki napredak koji zračni promet ostvaruje u vezi energetske efikasnosti jer kompozitni materijali su lagani, ali i jako čvrsti te potrošnja goriva na taj način se značajno smanjila. Osnovno načelo zračnog prometa u budućnosti je da ono postane ekološki održivo. Primjer energetske racionalizacije je zrakoplov A-350 XWB čija je konstrukcija sastavljena od čak 70% materijala nove generacije. Takvi materijali su mješavina kompozitnih materijala sa legurama titana i aluminija. Konstrukcija ovog zrakoplova je čvršća i lakša u odnosu na starije modele zrakoplova što pridonosi manjoj potrošnji goriva, a samim time i smanjenim ispuštanjem NO_x u okoliš. Također temelj za međunarodnu strategiju utjecaja zrakoplovstva na klimatske promjene zasniva se na održivim alternativnim gorivima.

Kriteriji za optimalnu efikasnost alternativnog goriva su:

- zrakoplov mora biti lagan i imati što manje otpore
- zrakoplovno gorivo mora imati visoku energetske vrijednost po jedinici volumena i mase
- zamjensko gorivo mora biti kompatibilno sa postojećim motorima
- doprinos očuvanju okoliša i smanjenje korištenja sirove nafte, ugljena i zemnog plina.

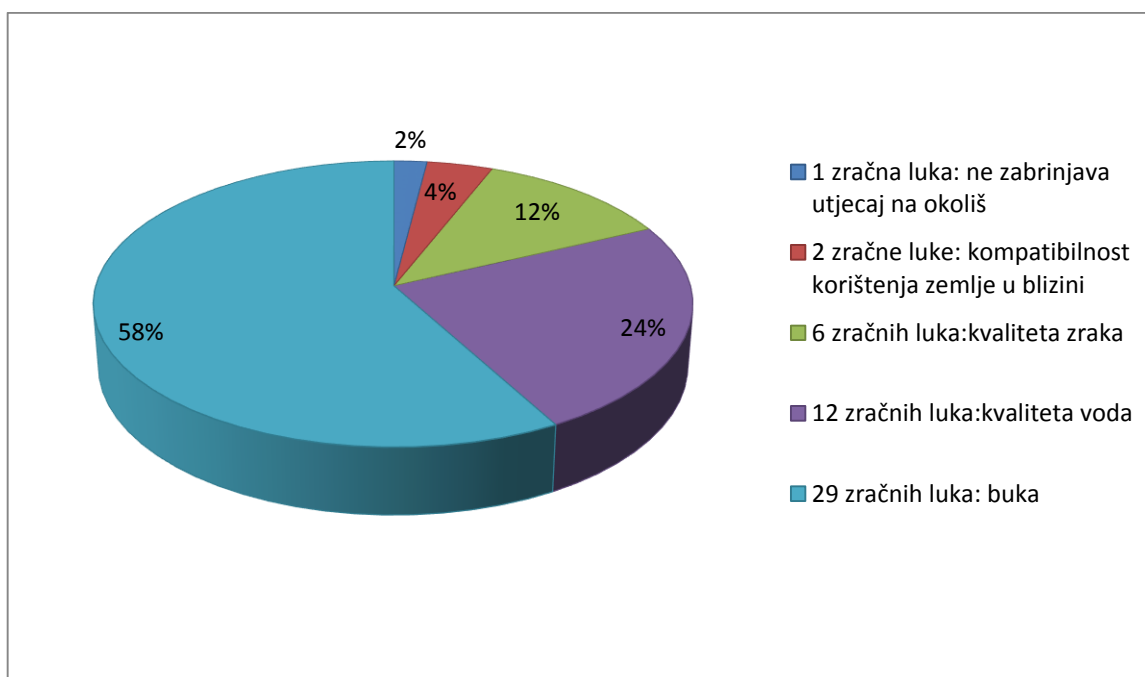
Značajnija alternativna goriva u današnje vrijeme su tekući metan i vodik koji u manjoj mjeri zagađuju okoliš. Produkti izgaranja kod kerozina i metana su CO₂ i vodena para dok kod zrakoplova sa vodikom jedini produkt izgaranja je vodena para. Pošto alternativna goriva u zračnom prometu nisu u potpunosti primijenjena, ona se danas ponajviše koriste kao zamjenska goriva uz preinake.

2.4 Utjecaj izgradnje i proširenja zračne luke

Zračne luke svojim djelovanjem direktno utječu na okoliš koji se nalazi u njenoj blizini. Prema tome problem zaštite okoliša prilikom izgradnje i proširenja zračnih luka može se promatrati kroz sljedeće aspekte:

- buka zrakoplova
- emisija zrakoplovnih motora
- planiranje namjene i uporabe okolnog zemljišta
- tretiranje otpada
- onečišćenje tla i vode na zračnoj luci i njenoj okolini.

Iz slike 5. je vidljivo da većini zračnih luka u SAD-u buka predstavlja najveći problem.



Slika 5. Utjecaji na okoliš koji najviše zabrinjavaju 50 vodećih zračnih luka u SAD-u

Izvor: Steiner S., Marušić Ž., Božičević J.: *Ekonomski aspekti razvoja zračnog prometa* (Economic Aspects of Air Transport Development) // izvor: "Međunarodno srećanje" Promet u funkciji gospodarskog i trajnog razvoja: zbornik referatov / Kolenc, Jurij(ur.).- Portorož: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, 2005. 42-52.

Budući da je većina velikih zračnih luka smještena u industrijskim i urbanim područjima, stanovništvo u tim područjima je izvrgnuto buci zrakoplova. Jedno od solucija koje bi trebalo primijeniti je da se spriječi korištenje zemljišta u blizini zračnih

luka za stambene namjene. U osnovi postoje dva izvora buke na zračnim lukama, a to su buka koju stvaraju zrakoplovi prilikom leta i buka koja nastaje pri operacijama na zračnoj luci.¹⁷ Sljedeći aspekt se odnosi na emisije zrakoplovnih motora u području zračnih luka. Emisije zrakoplovnih motora uzrokuju zagađenje zraka na samoj zračnoj luci, ali i u njenoj okolici.

Onečišćenje zraka na zračnoj luci potječe od sljedećih izvora:

- ispuh zrakoplovnog motora
- zrakoplovni sustavi za gorivo
- motorna vozila za opsluživanje zrakoplova
- zemaljska oprema zračne luke
- postrojenja za grijanje na zračnoj luci
- građevinske aktivnosti
- otvori za gorivo zrakoplova.¹⁸

Svi navedeni izvori sudjeluju u ukupnom zagađenju zraka na zračnoj luci. Čak 25% onečišćivača koji potječu od svih izvora unutar aerodroma pripisuju se motornim vozilima putnika, zaposlenih i posjetitelja zračne luke. Građevinski radovi na zračnim lukama također doprinose efektu zagađenja zraka. Iskopavanje, paljenje smeća, rušenje starih objekata i ostali radovi dodatno proizvode prašinu, dim, ispušne plinove.

Programi ublažavanja odnosno smanjenja onečišćenja zraka na zračnim lukama mogu se svrstati u 3 kategorije, a one su:

- promjene (prerade) zrakoplovnih motora
- promjene zemaljskih operacija
- promjene vezane za planiranje, rješenje i gradnju zračne luke.

¹⁷ Štimac, I., Vidović, A., Vince, D.: *Implementacija sustava praćenja i analiza buke u Zračnoj luci Zagreb* // Ekološki problemi prometnog razvoja: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 24. veljače 2011. u Zagrebu, str. 1.

¹⁸ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str. 192.

Promjene vezane uz preradu zrakoplovnih motora su jako skupe i mogu se primijeniti samo u duljem vremenskom razdoblju. Najpoželjnije promjene su operacijske, a one su:

- zahtijevati da su motori ugašeni u blizini zrakoplovne zgrade
- koristiti manji broj motora koji rade velikom brzinom okretaja u minuti prilikom rulanja
- riješiti problem izlivanja goriva pronalaženjem načina za odvodnju nesagorjelog goriva.¹⁹

Onečišćenje vode može potjecati od aktivnosti gradnje i rada neke zračne luke ili od građevinskih zahvata. Uklanjanje prirodnog pokrova može prouzročiti eroziju tla i taloženje. Povećanje taložnog opterećenja dovodi do začepjenja drenažnog sustava zračne luke, ali i do plavljenja odnosno nakupljanja vode. Također onečišćenje vode će imati negativan utjecaj na biološku aktivnost, a još jedna štetna posljedica je stvaranje raznih otpadnih materijala kao što su goriva, maziva, građevinski ostaci i sanitarni otpad građevinskih radnika. Onečišćenje vode zbog rada zračne luke može se svrstati u pet skupina:

- sanitarni otpad
- onečišćenje vode zbog olujna vremena i kanalizacije
- otpad od punjenja gorivom i čišćenja zrakoplova
- otpad od remonta i održavanja zrakoplova
- industrijski otpad.²⁰

Sanitarni otpad je onaj otpad koji proizvedu ljudi prilikom djelovanja na zračnoj luci, a taj otpad potječe od raznih aktivnosti kao što su pranje, priprema hrane, uporaba sanitarnog čvora i dr. Procjenjuje se da na zračnim lukama u prosjeku se koristi 20 galona vode po čovjeku na dan i da se 90 % te vode vraća u sabirni sustav.²¹

Bitan faktor svake zračne luke je kvalitetna odvodnja površinskih voda (kanalizacija). Odvod površinske vode može biti onečišćen insekticidima i

¹⁹ Ibid., str. 193.

²⁰ Ibid., str. 194.

²¹ Ibid., str. 194.

kemikalijama za uklanjanje snijega i leda, ostacima goriva i ulja na stajankama, stazama za vožnju, USS-ama i dr. Zatim otpad koji potječe od punjenja zrakoplova gorivom i čišćenjem zrakoplova može dospjeti u obližnja jezera ili rijeke putem sustava za odvodnju olujne vode. Curenje goriva, taloženje ulja i masti, jaka sredstva za pranje mogu biti izvori onečišćenja vode. Zato takve vrste otpada treba prikupljati i obrađivati. Gradnja uvjetovana nazočnošću kompleksa zračne luke također stvara onečišćenje vode i može imati izuzetno negativan utjecaj na okoliš ako se ne poduzmu mjere zaštite. Usklađeno i kooperativno regionalno planiranje će biti nužno kako bi se osiguralo da nije prekoračen kapacitet vodotokova da prihvate otpad, te da nije ugrožena dobrobit naseljenih područja koja su smještena nizvodno. Zračne luke bi se trebale konzultirati sa EPA-om i državnom agencijom za zaštitu voda u vezi obrade i ispuštanja otpadnih voda, a informacije vezane za standarde kvalitete vode mogu se dobiti upravo od tih agencija. Problem vezan za zrakoplovne prijevoznike je uporaba štetnih kemikalija koje se ispuštaju u zemlju i na taj način ugrožavaju i uništavaju okoliš. Među štetne kemikalije, otapala i odmašćivače pripadaju kloroform, freoni, perkloertilen i ostale kemikalije koje zrakoplovni prijevoznici koriste u rashladnim sustavima prostorija u kojima održavaju zrakoplove, prilikom čišćenja putničke kabine, pranja zrakoplova, odleđivanja zrakoplova, punjenja protupožarnih aparata i dr.

3. Stanje zračne luke Dubrovnik

Zračna luka Dubrovnik (u daljnjem tekstu ZLD) se nalazi u općini Konavle i obuhvaća naselja Močići i Čilipi. Udaljena je 22 kilometra od samoga grada Dubrovnika. ZLD je smještena na površini od otprilike 193 ha.²² Godišnjim prometom od 1 600 000 putnika zauzima trenutno treće mjesto po prijevozu putnika odmah iza zračnih luka Zagreb i Split. Svi navedeni podaci o ZLD potvrđuju činjenicu da zračna luka u ozbiljnoj mjeri utječe na okoliš u kojemu djeluje. Projektom rekonstrukcije i proširenja povećati će se konkurentnost zračne luke prema drugim zračnim lukama, omogućiti će se i veća razina usluge, povećanje zaposlenosti, ali takve prednosti prate i ekološki problemi koji povećanjem prometa dolaze kao gorući problemi jer proširenje ZLD će biti dovršeno 2032 godine čime se planira povećanje broja putnika na oko 4 milijuna godišnje.

3.1 Utjecaj na zemljišta i vode na zračnoj luci i okolici

ZLD za svoje potrebe koristi vodu iz javnog vodoopskrbnog sustava Konavle-zapad koji se opskrbljuje vodom iz izvora Duboka LJuta. Opskrba pitkom vodom osigurana je preko magistralnog vodoopskrbnog cjevovoda. Magistralni cjevovod je sagrađen od azbestno cementnih cijevi čija je uporaba u vodoopskrbi zabranjena. Tehnički uvjeti eksploatacije spomenutog cjevovoda se očituju čestim pucanjem naročito u sušnom periodu godine. Azbestno cementne cijevi su napravljene na takav način da ukoliko dođe do lomova, oni su minimalni i pravilnog oblika što otežava otkrivanje mjesta puknuća cijevi jer je istjecanje vode usporeno i dugotrajno. Trenutna potrošnja vode u zračnoj luci iznosi otprilike 27000 m³ godišnje što je u prosjeku 2233m³ mjesečno, odnosno 75m³ dnevno.²³

Na ZLD potrošnja vode je sljedeća:

- terminali su mjesta gdje se troši najviše vode (otprilike 60%)
- zgrada administracije, kontrolni toranj, catering i tehnički blok potroše 35% vode

²² Poljanec, Z.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013, str. 5.

²³ Ibid., str. 23.-24.

- blok robnog prometa potroši oko 5 % vode.²⁴

Osim za sanitarne potrebe, voda iz spomenutog vodoopskrbnog sustava se koristi i za protupožarnu zaštitu kroz izvedene hidrantske mreže unutar ZLD. Jedan od propusta zračne luke je ne postojanje spremnika protupožarne vode za korištenje u hitnim slučajevima.

Što se tiče odvodnje vode na ZLD. Postojeći sustav otpadnih voda je razdjelni te se sanitarne i oborinske otpadne vode zasebno prikupljaju i dovode do odvojenih ispusta. Razdjelni sustav odvodnje predstavlja pozitivan čimbenik, ali na toj lokaciji nije izgrađen sustav javne odvodnje te se takve otpadne vode ispuštaju kroz upojne bunare u tlo. Bitno je naglasiti da se pojedini tokovi otpadnih voda prije ispuštanja pročišćavaju. Kad je riječ o sanitarnoj odvodnji ZLD ima zasebno rješenje sanitarne odvodnje i obrade sanitarnih otpadnih voda na internom uređaju za pročišćavanje otpadnih voda (INTERPLAN 1433 ES kapaciteta oko 1430 ekvivalenta stanovnika (ES)). Na uređaju za pročišćavanje sanitarnih otpadnih voda provodi se setercijarna obrada otpadnih voda. Pročišćena voda iz uređaja za pročišćavanje djelomično se koristi za navodnjavanje zelenih površina, a višak te vode se disponira direktno u teren. Otpadna voda (oko 23000m³ godišnje) iz građevina prikuplja se kanalizacijskim kolektorskim sustavom i transportira se na iduće načine:

- oko 35 % sanitarne otpadne vode (7000m³) prikuplja se u dvije sabirne jame
- ostatak otpadne vode (16000m³) se odvodi do internog postrojenja za pročišćavanje.²⁵

Sanitarna otpadna voda iz zrakoplova prikuplja se pomoću cisterni koje ispuštaju vodu u vodonepropusnu sabirnu jamu koju redovno prazni lokalno komunalno društvo. Kapacitet sabirne jame je dovoljan za prihvrat otpadne vode iz 10 do 15 zrakoplova. Na slici 6. se može vidjeti uređaj i strojarnica uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na ZLD.

²⁴ Ibid., str. 24.

²⁵ Ibid., str. 25.



Slika 6. Uređaj i strojarnica uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na ZLD
Izvor: Poljanec, Z., prof.biol.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str.25.

Što se tiče odvodnje oborinskih voda, u ZLD najčešća oborina je kiša, dok je snijeg vrlo rijetka pojava. Oborinska odvodnja uključuje otpadne vode sa:

- područja uzletno-sletne staze i stajanke
- parkirališta za autobuse i automobile
- područja za prihvat i otpremu
- Parkirališnog područja ispred terminala i sa krovova zgrada.²⁶

Oborinska voda koja se prikuplja s operativnih površina, kao što su stajanka, vozne staze, područja zemaljskih operacija i parkirališna mjesta, sadrži male količine ulja i teških metala poput bakra, kadmija, olova i cinka koji su posljedica izlivanja i izgaranja fosilnih goriva te nepotpuno sagorjele ugljikovodike. Oborinska voda na zračnoj strani može sadržavati i čestice metala koje nastaju kao posljedica trošenja obloga kočnica, dok na zemaljskoj strani može sadržavati manje količine otpada ispranog s parkirališta. Sustav za prikupljanje oborinske vode je zadovoljavajući s obzirom na prosječne godišnje količine oborina, no način disponiranja odvodnje nije zadovoljavajuće izveden. Sa zračne strane zračne luke (stajanka, vozne staze i dr.) oborinska voda se prikuplja sustavom kanala i okana te se izravno ispušta kroz upojnu jamu u podzemni krš. Oborinske otpadne vode na zemaljskoj strani (sa parkirališta i ostalih popločenih područja ispred terminala) prije ispuštanja u tlo kroz upojni bunar se obrađuju na separatoru lakih ulja i masti. Na slici 7. se može vidjeti cjevovod oborinske kanalizacije na istočnom kraju stajanke opće avijacije. U okolni teren se ispušta oborinska kanalizacija bez prethodne separacije masti i ulja.

²⁶ Ibid., str. 26.



Slika 7. Cjevovod oborinske kanalizacije na istočnom kraju stajanke opće avijacije

Izvor: Poljanec, Z., prof.biol.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str.26.

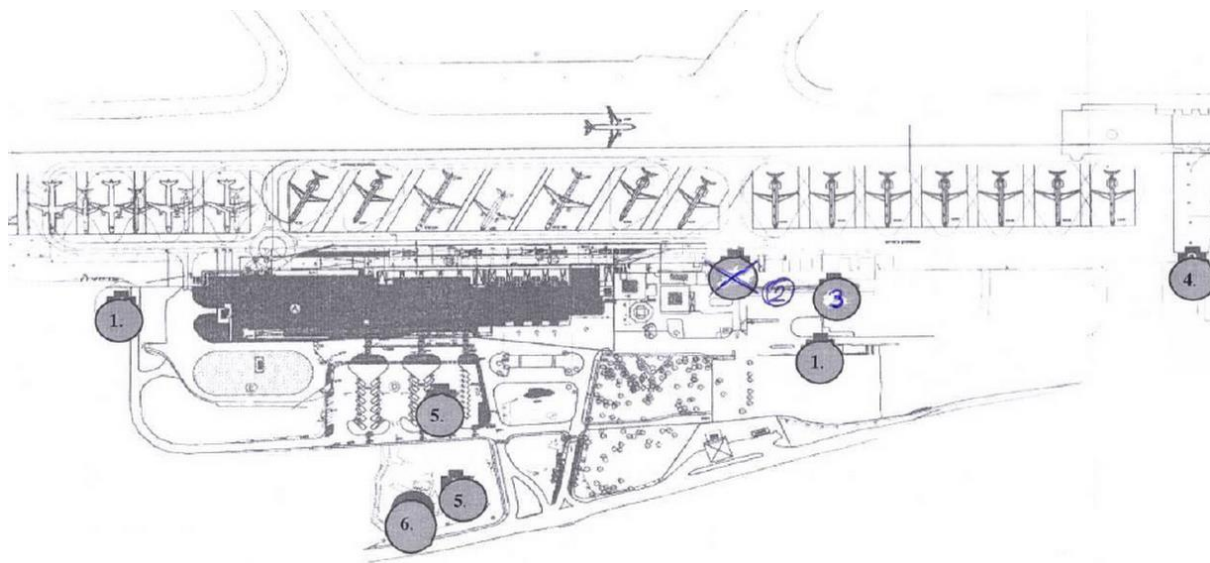
3.2 Tretiranje otpada

Upravljanje otpadom u ZLD se temelji na planu gospodarenja otpadom u ZLD. U ZLD prilikom tehnološkog procesa rada nastaju sljedeće vrste otpada otpad od uklanjanja boja i lakova te tiskarskih boja. U tu skupinu pripadaju otpadni tiskarski toneri, boje i lakovi koji sadrže organska otapala ili druge opasne tvari. Zatim otpad od ulja i tekućih goriva, primjerice sintetska maziva ulja za motore i zupčanike. Otpadna ambalaža koju pretežito čine ambalaže od papira i kartona, ali i tkanine i sredstva za brisanje te zaštitna odjeća onečišćena opasnim tvarima. Komunalni otpad u ZLD čine muljevi iz septičkih jama, fluorescentne cijevi i otpad koji sadrži živu te miješani komunalni otpad. Zračna luka također stvara i ostale razne otpadne materijale kao što su: tekućine za kočnice, antifriz, filtri za ulje, olovne baterije i dr.

U ZLD pojedine vrste otpada se na mjestu nastanka odlažu u prepoznatljivu ambalažu karakterističnu za određenu vrstu otpada i to:

- komunalni otpad - u kontejnerima 1100 L
- papir i karton - Press kontejner 10m³
- otpadna ulja - posude za otpadna ulja kategorije 1 i 2.
- filtri za ulja - u posebno označenim spremnicima
- olovne baterije - u posebno označenim spremnicima
- otpadni toneri i boje - u posebno označenim spremnicima.

Sav opasni otpad (ulje, nauljene krpe i slično) se skladište u natkrivenom i zatvorenom skladištu s nepropusnim betonskim podom. Skladište otpada je opremljeno spremnicima koji su otporni na utjecaj opasnog otpada i izgrađeni su za sigurno rukovanje i transport. Na slici 8. je prikazan tlocrt ZLD s označenim mjestima gdje se nalaze spremnici i skladišta za odlaganje otpada.



Slika 8. Smještaj objekata i opreme na ZLD

Izvor: Poljanec, Z., prof. biol.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str.29.

Pod brojem 1 se nalaze spremnici za odlaganje komunalnog otpada, pod brojem 2 je skladište elektro materijala, pod brojem 3 je prostor mehaničarske radionice sa spremnicima za odlaganje raznog otpada i otpadnih ulja, na broju 4 je pozicija pres kontejnera, na broju 5 su odvajači ulje/voda oborinskih voda te pod brojem 6 su objekti u sustavu obrade otpadnih voda.

Što se tiče komunalnog otpada na ZLD, sakupljanje i odvoz takve vrste otpada vrši komunalno poduzeće Čistoća d.o.o. Dubrovnik. Sakupljeni otpad se odlaže na odlagalištu Grabovica na području grada Dubrovnika.²⁷ Na zračnoj luci je omogućeno postavljanje kontejnera za selektivno sakupljanje otpada (PET, staklo, baterije, metal i sl.) čija lokacija nije specificirana u kartografskim prikazima, dok za krupno

²⁷ Ibid., str. 27.

odlaganje otpada postoje određena mjesta za takvu vrstu odlaganja. Povećanjem broja putnika doći će do povećanja količine otpada na zračnoj luci. Očekuje se povećanje količine otpada za 2.87 tona godišnje. Očekuje se da će se količina otpada povećati za čak 122 tone u 2032. godini.

Većina mjera za ublažavanje negativnih učinaka koji se odnose na otpad su organizacijske naravi, a njihov cilj je regulacija zasebnog prikupljanja i recikliranja otpada. Predlažu se sljedeće mjere:

- miješani komunalni otpad sakupljati u posebnom spremniku
- postavljanje spremnika za recikliranje za zasebno prikupljanje papira, stakla, plastike i metala
- uspostava manjih odlagališta duž zračne strane zračne luke
- ugradnja rashladnog spremnika za otpatke hrane
- kompostiranje zelenog otpada.²⁸

ZLD je posebnu pažnju posvetila zbrinjavanju građevinskog otpada jer izgradnjom i obnovom zračne luke stvoriti će se velike količine različitog otpada, uključujući i opasan otpad. Osim izgradnje novih staza za vožnju, putničkih stajanki, zgrade terminala, skladišta goriva, garaža itd., planirana je i opširna obnova postojeće stajanke i zgrada. U tu svrhu morat će se organizirati prihvatljivo upravljanje građevinskim otpadom, a to uključuje i prostor za privremeno odlagalište za građevinski otpad.

3.3 Recikliranje materijala

U današnje vrijeme brojne luke širom svijeta sudjeluju u reciklaži otpada koji se proizvede na zračnoj luci. Iako su brojne zračne luke poduzele mjere koje se dotiču reciklaže papira, konzervi, kartona i boca, naglasak u budućnosti je na redukciji količine otpada na zračnim lukama kako bi zračni promet postao ekološki održiv. Učinkovita organizacija odlaganja otpada zahtijeva blisku suradnju između zračnih luka, zrakoplovnih prijevoznika i poduzeća koje djeluju na zračnoj luci i

²⁸ Ibid., str. 264.

koriste se objektima zračne luke. Količina otpada osim što zauzima prostor, zagađuje okoliš, ona također i ugrožava promet na način što veća količina otpada privlači razne životinjske vrste od kojih ptice predstavljaju potencijalnu opasnost za zračni promet posebice u fazi uzlijetanja. Da bi se takvi događaji izbjegli potrebno je redovito čistiti sve operativne površine zračnih luka od otpada. Pošto ZLD je u fazi proširenja do 2032.godine, očekuje se da će u to vrijeme ZLD imati godišnje čak 4335 t otpada. To je jako veliki porast uzimajući u obzir da je 2011.godine ukupna količina otpada na ZLD iznosila 443 t, što predstavlja 0.32 kg otpada po putniku. Grupe i količina otpada koje su u zoni ZLD nastale u 2011.godini navedene su niže u tablici 3.

Tabela 3. Grupe i količina otpada koje su u zoni ZLD nastale u 2011. godini

Vrsta otpada	Klasifikacijska oznaka	Količina (kg/godina)
otpadni tiskarski toner koji sadrži opasne tvari	08 03 17*	100
otpad od boja i lakova koji sadrži organska i otapala ili druge opasne tvari	08 01 11*	629
apsorbensi, filtarski materijali (uključujući i uljne filtre koji nisu nigdje specificirani), materijali za upijanje i zaštitna odjeća kontaminirani opasnim tvarima	15 02 02*	4,8
uljni filtri	16 01 07*	155
ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je kontaminirana opasnim tvarima	15 01 10*	10
neklorirana hidraulična ulja na bazi minerala	13 01 10*	35
neklorirana ulja na bazi minerala za motore, pogonske uređaje i podmazivanje	13 02 05*	138
sintetska ulja za motore, pogonske uređaje i podmazivanje	13 02 06	10
tekućine za kočnice	16 02 13*	50
tekućine protiv smrzavanja koje sadrže opasne tvari	16 02 14*	400
olovne baterije	16 06 01*	1 120
fluorescentne cijevi i ostali otpad koji sadrži živu	20 01 21*	103
miješani komunalni otpad	20 03 01	134 280
jestiva ulja i masti	20 01 25	500
papirna i kartonska ambalaža	15 01 01	41 400
muljevi iz septičkih jama	20 03 04	262 500
UKUPNO		443 380

Izvor: Poljanec, Z., prof.biol.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str. 265.

Na ZLD komunalni otpad čini čak 75% ukupnog otpada. Premda otpad varira, veliki udio u količini otpada su papir, ambalažno staklo, ambalažna plastika, otpaci hrane, masne uljene krpe itd. Skupa s prevencijom otpada i reciklažom, važno je da nabavljeni proizvodi budu napravljeni od materijala koji se može reciklirati. Ovakav trend će reciklažu učiniti uspješnom i stimulativnom u potrazi za materijalima koji se mogu reciklirati. Planom gospodarenja otpadom za ZLD 2012. - 2016. predviđene su iduće mjere za provedu gospodarenja otpadom i smanjenja količina pojedinih vrsta otpada u ZLD:

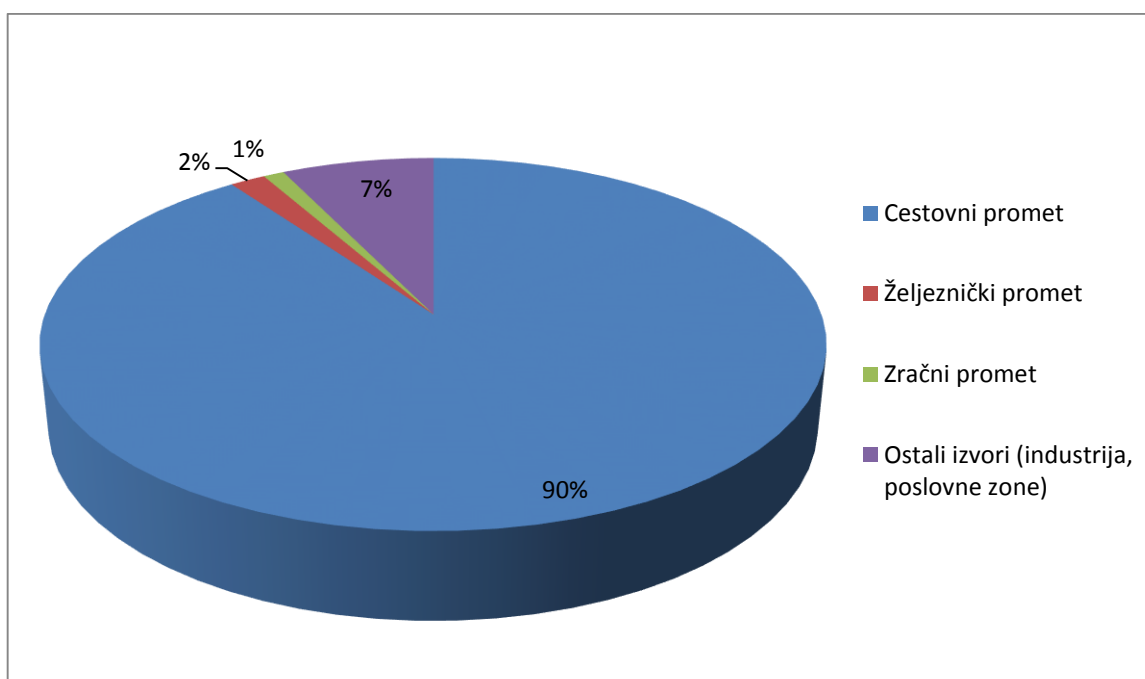
Tabela 4. Mjere za sprječavanje ili smanjenje otpada u ZLD

<i>Cilj</i>	<i>Mjere za sprječavanje ili smanjenje otpada u ZLD</i>	
<i>C1</i>	<i>M1</i>	Korištenje zamjenskih sredstava koji produciraju manju količinu otpada, otpad manje štetnosti ili otpad koji je moguće oporabiti.
<i>C2</i>	<i>M2</i>	Utvrdjivanje svojstva otpada i vođenje dokumentacije o otpadu
<i>C3</i>	<i>M3</i>	Edukacija o gospodarenju otpadom odgovornih osoba u ZI i praćenje propisa te izvještavanje nadređenih institucija i službi.
	<i>M4</i>	Interna edukacija osoblja koje je uključeno u gospodarenje otpadom
<i>C4</i>	<i>M5</i>	Reciklaža otpada na mjestu nastanka, u odvojenim i označenim spremnicima
	<i>M6</i>	Provođenje nadzora nad operativnim postupcima selektiranja otpada
<i>C5</i>	<i>M7</i>	Vođenje propisane evidencije i izvješćivanje nadležnih državnih institucija
	<i>M8</i>	Izbor i ugovaranje poslova zbrinjavanja sa ovlaštenim sakupljačima otpada

Izvor: Poljanec, Z., prof.biol.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str. 266.

4. Mjere zaštite na zračnoj luci Dubrovnik

Svojim radom i brojnim aktivnostima koje obavlja zračna luka Dubrovnik utječe na okoliš u znatnoj mjeri. Kada se toj činjenici priloži podatak da ZLD je u fazi proširenja zračna luka kao pružatelj usluga zračnog prijevoza mora propisati mjere zaštite okoliša kako bi smanjila njezin utjecaj na okoliš. Mjere zaštite se odnose na mjere zaštite za smanjenje buke, za bolju kvalitetu zraka, za postupanje sa otpadom, za smanjenje štetnih tvari i za mjere zaštite koje će smanjiti utjecaj buke na zračnoj luci. Iako zračni promet pridonosi sa samo oko 1% buke čija je razina veća od 65dB u Europskoj uniji, njezin utjecaj je štetan najviše za osoblje zaposleno za zračnoj luci i okolicu zračne luke. Na slici 9. se može vidjeti izloženost buci većoj od 65dB u Europskoj uniji.



Slika 9. Izloženost buci većoj od 65dB u Europskoj uniji

Izvor: Steiner, S., Božičević, J., Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa* // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.). Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni)

4.1 Mjere za smanjenje buke

Pošto buka u zrakoplovstvu predstavlja najveći problem za stanovništvo u blizini zračnih luka, a samim time i za zaposlenike potrebno je buku svesti na

minimum. Postoje dva osnovna pristupa za smanjenje ekološkog problema buke u zračnom prometu, a ona su:

- tehnički pristup
- organizacijsko - tehnološki pristup.

Tehnički pristup obuhvaća mjere koje se odnose na utišavanje motora zrakoplova u eksploatacije koristeći (*hush - kit*), izmjenom motora ili zamjenom bučnih zrakoplova novim modelima. Prvi i najvažniji način smanjenja buke je da se izvor buke stiša, a to znači gradnju tiših motora i zrakoplova. U današnje vrijeme takvi zrakoplovi predstavljaju kategoriju 3 (tihi zrakoplovi). Postupno uvođenje takvih zrakoplova smanjuje razinu buke, ali i omogućava u pojedinim slučajevima i eksploataciju aerodroma noću. Što se tiče (*hush - kit*) kompleta za utišavanje motora u eksploataciji, takav komplet je izuzetno skup i uglavnom ga koriste zrakoplovi poput: B 737-100, B 737-200, DC-9. Brojni zrakoplovni prijevoznici se okreću zrakoplovima treće i četvrte kategorije zbog toga što modifikacija zrakoplova kategorije 1 i 2 iznosi od 2,4 do čak 3,6 milijuna dolara.²⁹

Organizacijsko - tehnološki pristup podrazumijeva regulaciju lokalne gustoće prometa, racionalizaciju početno-završnih operacija na zračnim lukama. Postoji nekoliko programa za smanjenje buke u zračnom prometu:

- polijetanje i slijetanje bi se trebalo provoditi na USS-ama koje su postavljene prema manjim naseljima (ukoliko zračna luka posjeduje više USS-a)
- izgradnja zvučnih barijera i izolacija zgrada
- zabrana slijetanja zrakoplovima koji se ne pridržavaju standardima vezanim za buku
- uvođenje sustava naplate ovisno o razini buke
- uvođenje operativnih procedura.³⁰

²⁹ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999, str. 171.

³⁰ Štimac, I., Vidović, A., Vince, D.: *Implementacija sustava praćenja i analiza buke u Zračnoj luci Zagreb II* Ekološki problemi prometnog razvoja: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 24. veljače 2011. u Zagrebu, str. 6.

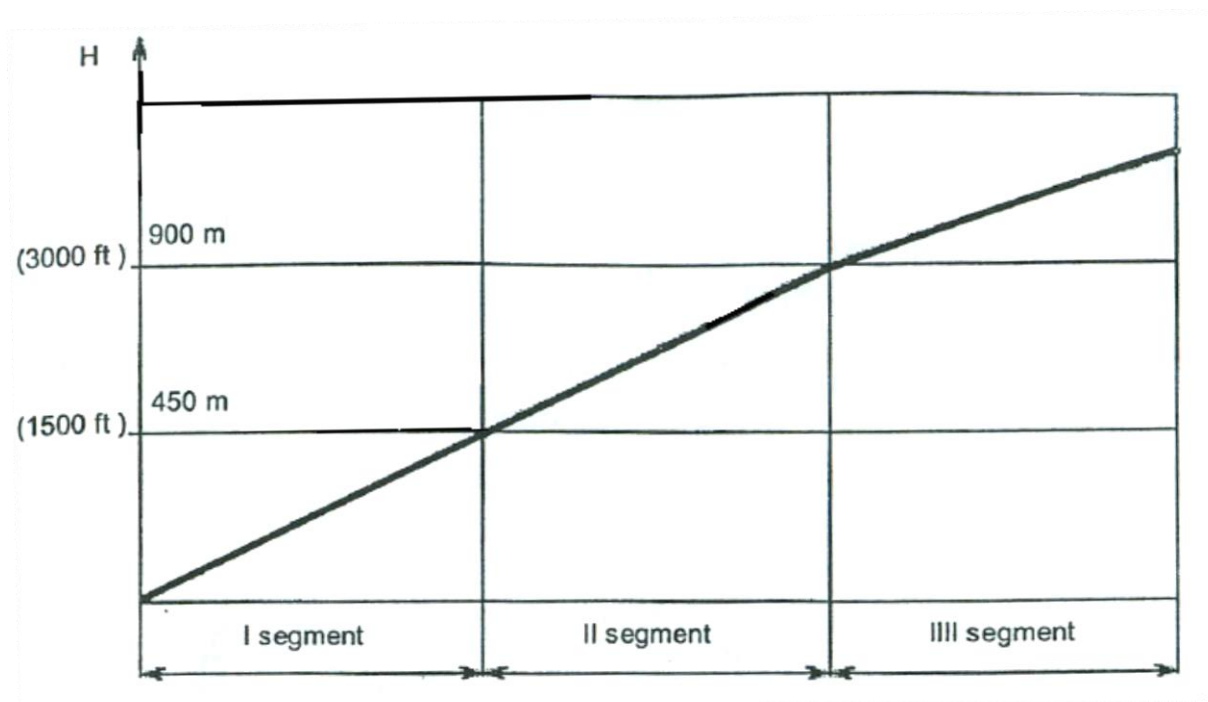
Princip zaštite operativnim procedurama je najčešći način smanjenja buke. Postoji nekoliko operativnih procedura koji se koriste u svijetu za redukciju buke prilikom slijetanja odnosno polijetanja, a najčešće su:

- postupak FAA
- postupak Lufthansa-e (mali otpor-mali potisak)
- prilaz u dva stupnja
- prilaz/odlet po krivocrtnoj putanji
- CDA tehnika.³¹

Kod postupaka u polijetanju ističe se postupak koji je formulirao FAA (Američki savezni zrakoplovni ured), a koji je prihvaćen od strane ICAO-a. Prema tom postupku u polijetanju se definiraju 3 segmenta kojima su definirani parametri leta kojima se smanjuje razina buke. Prema tome, pri dostizanju visine od 3000 ft-a, može se smatrati da je preletno područje osjetljivo na buku.

U prvom segmentu se primjenjuje tehnika penjanja zrakoplova do visine 1500 ft-a sa potiskom za uzlijetanje čime se postiže brže udaljavanje sa zemlje, a na taj način se smanjuje i buka na zemlji. Prednost takvog postupka da je u potpunosti primjenjiv na većinu vrsta zrakoplova i ne zahtijeva ugradnju nove opreme na zrakoplovu. Na slici 10. je prikazan FAA postupak prihvaćen od ICAO-a

³¹ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999, str. 175.

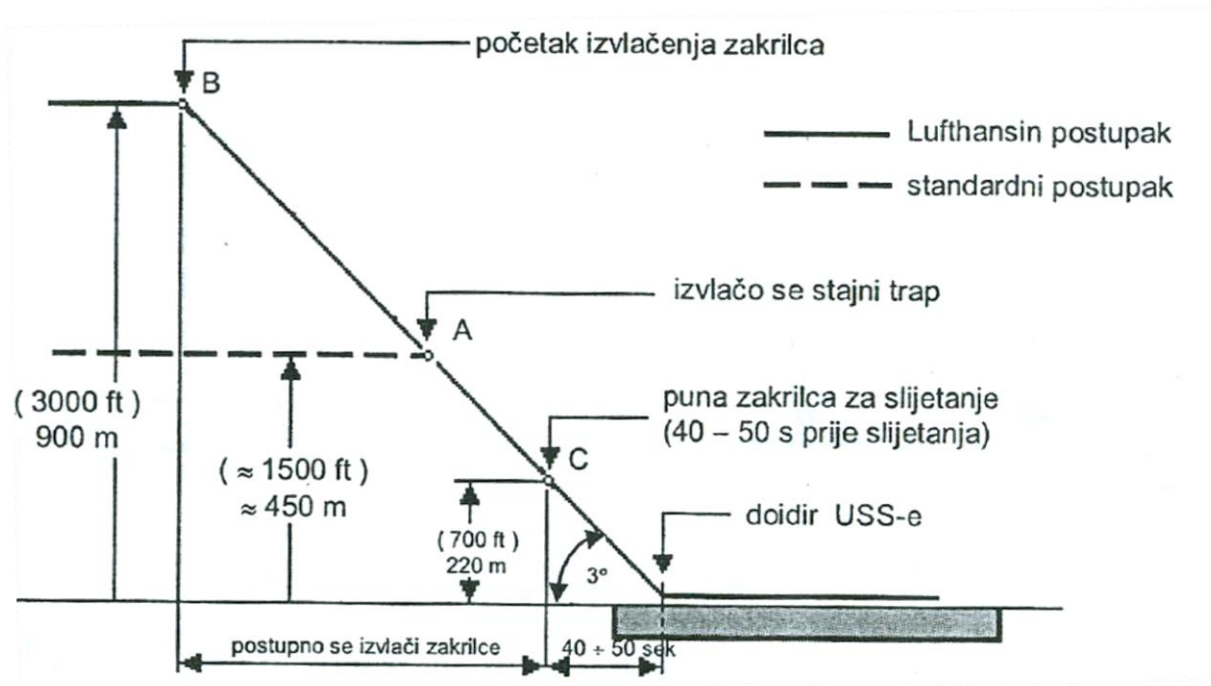


Slika 10. Postupak FAA

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str. 173.

Što se tiče postupaka prilikom slijetanja, postupak Lufthansa-e je veoma zanimljiv jer ne zahtijeva nikakvu novu opremu na zrakoplovima, a ni na zemlji. Prikaz postupka Lufthansa-e je prikazan na slici. Iz slike 11. se vidi da se prilaz do trenutka hvatanja signala kuta poniranja vrši na visini većoj od standardne, a visina iznosi 3000 ft-a. To će rezultirati da sve do dostizanja visine od 1500 ft-a, buka zrakoplova na terenu iznad kojega se odvija let biti manja. Također će sve do dostizanja visine od 700 ft-a kada se izvlači puno zakrilce buka biti niža, jer je na taj način i aerodinamična buka zrakoplova nešto manja. Također ovakva vrsta prilaza ima manju potrošnju goriva što je od velike važnosti. Osnovna ideja takvog postupka je da se zrakoplov što dulje zadrži u konfiguraciji koja ima manji otpor.³²

³² Ibid., str. 172.



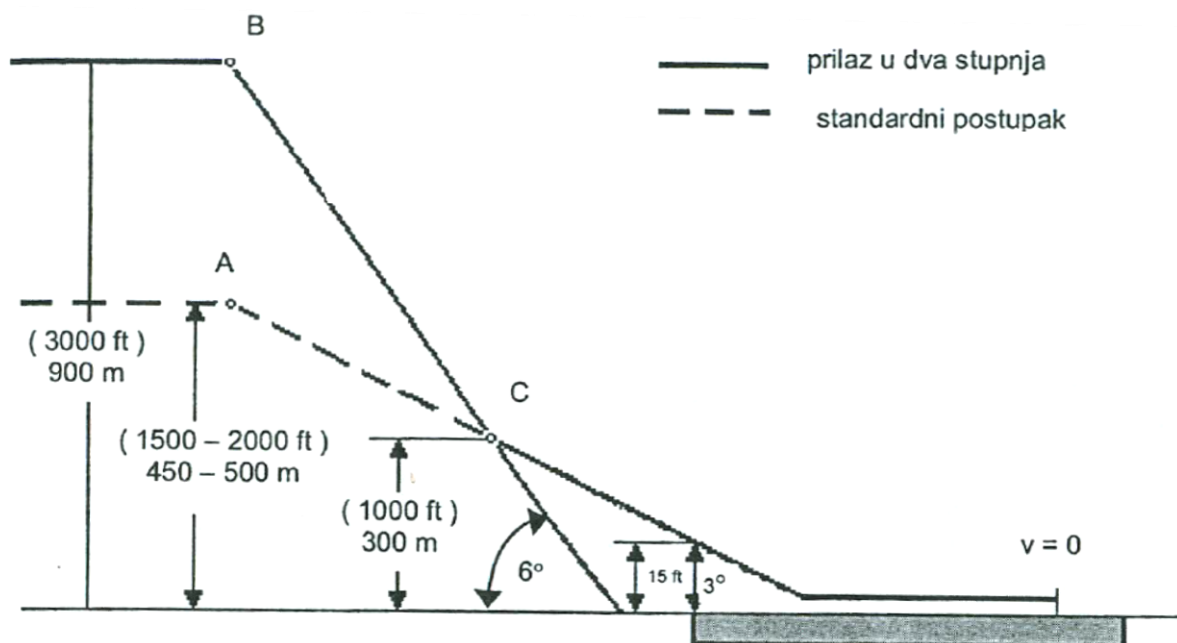
Slika 11. Postupak Lufthansa-e

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str. 177.

Prilaz u dva stupnja se počeo razvijati u SAD-u, a njegov glavni nedostatak je taj što zrakoplov mora posjedovati specijalnu elektronsku opremu, a aerodromi specijalne uređaje da bi se takav postupak mogao odvijati. Princip tehnike se zasniva na kutu poniranja koji iznosi 6° . Zrakoplov leti horizontalno na visini od 3000 ft, gdje pilot lovi signal kuta poniranja koji je postavljen pod kutom od 6° . Pilot ponire po zadanom kutu sve do visine od 1000 ft gdje se onda ravna po kutu standardnog kuta poniranja koji iznosi 3° . Kako se let do točke hvatanja signala standardnog kuta poniranja (točka C) obavlja na većoj visini, tako je i buka u prilazu do točke C manja.³³

Međutim iako ova tehnika ima pozitivne karakteristike gledajući učinak na smanjenje buke, ona također zahtijeva i posebnu obuku pilota jer se prilaz USS-i obavlja pod kutom od 6° što je kut koji pilotima nije standardan i zbog toga takva tehnika nije dobila očekivanu širinu primjene. Na slici 12. se može vidjeti prilaz u dva stupnja.

³³ Ibid., str. 175.



Slika 12. Prilaz u dva stupnja

Izvor: Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str. 176.

Prilaženje i odlet po krivocrtnoj putanji je moguć uz uporabu MLS-A (*Microwave landing system*). Pošto sam naziv tehnike govori da je riječ o krivocrtnoj putanji slijetanja, prednost takve tehnike je mogućnost izbjegavanja prelijetanja određenog naselja koje je u osi s USS-om i tako smanjiti buku u naselju.³⁴ Za takvu proceduru nužna je elektronska oprema na zrakoplovu i na zemlji, a finalni prilaz se izvršava u ravlini sa USS-om.

CDA (*Continuous descent approach*) tehnika slijetanja je po svim karakteristikama najbolje rješenje za smanjenje buke. Procedura prilaženja sa neprekinutim snižavanjem visine omogućuje zadržavanje zrakoplova na većim visinama leta odgađajući sam početak spuštanja te time omogućava pilotima snižavanje s visine leta krstarenja do momenta presijecanja linije prilaženja pod zadanim kutom (*Glide slope*) za završni prilaz. Prednosti CDA tehnike su:

- manja buka radi duljeg zadržavanja zrakoplova na većim visinama
- mogućnost korištenja u svim zrakoplovima i na svim zračnim lukama
- manja potrošnja goriva

³⁴ Ibid., str. 177.

- manja emisija štetnih plinova.³⁵

Da bi se CDA tehnika mogla primijeniti, kontrola zračne plovidbe mora odrediti specifičnu ili minimalnu brzinu nadolazećeg zrakoplova te dati pilotu informaciju o udaljenosti točke dodira USS-e. Prilazna kontrola vodi zrakoplove i odobrava neprekinuto spuštanje do razine međuprilaza tako da je udaljenost od zrakoplova do točke dodira otprilike 8 NM. Neprekinuto snižavanje do odobrene razine provodi se brzinom od 300 ft/NM, a kut snižavanja je 3°.

Povećanjem kapaciteta ZLD povećati će se i razina buke zrakoplova koji obavljaju operacije, ali doći će i do povećanja veličine područja na koje će prekomjerna buka dolaziti do izražaja. Kao rezultat takve činjenice, buka će utjecati na sve veći broj stanovnika u naseljima u blizini zračne luke. Prognoza kretanja zrakoplova je:

- 17259 kretanja zrakoplova u 2013. godini
- 18788 kretanja zrakoplova u 2015. godini
- 20985 kretanja zrakoplova u 2017. godini
- 36570 kretanja zrakoplova u 2032. Godini.³⁶

Razine buke unutar područja koji je namijenjen za boravak ljudi trebale bi se kretati od 55 dB danju i 40 dB noću. Naselja koja su pod direktnim utjecajem buke koju uzrokuju zrakoplovi su Močići, Zvekovića i Čilipi. Pošto je broj operacija zrakoplova na ZLD u stalnom porastu očekuje se da će se razina buke od 2018. do 2020. godine u spomenutim naseljima povećati preko 65 dB, a u 2032. godini i preko 75 dB.³⁷

Načini za smanjenje buke koje je ZLD objavila su:

- postavljanje prozora koji zaglušuju buku te dodatne fasadne izolacije na stambenim objektima nasuprot zračnoj luci koji su prekomjerno izloženi buci

³⁵ Štimac, I., Vidović, A., Vince, D.: *Implementacija sustava praćenja i analiza buke u Zračnoj luci Zagreb* // Ekološki problemi prometnog razvoja: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 24. veljače 2011. u Zagrebu, str. 8.

³⁶ Poljanec, Z.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str. 60.

³⁷ Ibid., str. 85.

- priprema studije o utjecaju buke na zračnoj luci
- unaprjeđenje postupaka slijetanja/polijetanja radi smanjenja prekomjerne buke zrakoplova
- instalacija sustava za praćenje buke
- postavljanje izolacija na fasade aerodromskih zgrada sa zračne strane zračne luke.³⁸

Mjere za poboljšanje postupaka slijetanja/polijetanja radi smanjenja razine buke koju uzrokuju zrakoplovi je nužno provesti, a njihov opseg ovisi o tehničkim mogućnostima i sporazumima sa zrakoplovnim tvrtkama koje koriste usluge zračne luke. Neke od mjera su: izrada modela koridora letenja na temelju buke zrakoplova, prilagodba smjera polijetanja i slijetanja (povećanje broja slijetanja iz smjera jugoistoka) te priprema planova za tehnike slijetanja i uzlijetanja (npr. korištenje krila, proračun vremena korištenja podvozja itd.) Također bi se trebao instalirati sustav za mjerenja buke na zračnoj luci, ali i u bližim naseljima. To bi pomoglo pri planiranju postupaka za slijetanje i uzlijetanje i pri mjerama ublažavanja utjecaja buke na stambene zgrade.

Povećanjem aktivnosti ZLD u budućnosti predviđeno je i povećanje razine buke od zemaljskih operacija. Broj zemaljske opreme, vozila i strojeva kao i broj njihovih operacija povećati će se kako bi se omogućilo brzo poslovanje povećanog broja zrakoplova, putnika i tereta. Takvo povećanje će dovesti do povećanja razine buke na zemaljskoj strani zračne luke. Kako bi se ublažili utjecaji buke zemaljskih operacija na stajankama zrakoplova, a prema obližnjim naseljima, planirana je izvedba zaštitnih zelenih zona. Također buka zrakoplova koji su sletjeli smanjiti će se ugradnjom četiriju zračnih mostova (trenutno su dva instalirana) koji omogućuju izravan ukrcaj i iskrcaj putnika iz zrakoplova; ali i izravnu opskrbu električnom energijom i klimatizacijom. To će rezultirati da zrakoplovi mogu isključiti motore dok koriste zračne mostove, čime se smanjuje i razina buke od zemaljskih operacija.

Ključne mjere za smanjenje utjecaja buke na putnike i osoblje su:

- zvučna izolacija fasada na zračnoj strani zračne luke

³⁸ Ibid., str. 202.

- instalacija i uporaba zemaljskih agregata za opskrbu zrakoplova električnom energijom
- optimiziranje pravca za prijevoz putnika i tereta do zrakoplova i iz njega
- redovito održavanje zemaljskih vozila
- poboljšanje vozačkih sposobnosti i učinkovitosti vozača zemaljskih vozila
- pravovremeno otvaranje/zatvaranje vrata npr. na prolazima (gate), hangarima, objektima za održavanje.

4.2 Mjere za smanjenje onečišćenja voda i tla

Budući da predviđanja prometa u ZLD su takva da se očekuje povećanje broja letova od 119,24 % (sa 16680 u 2012. godini na 36570 u 2032. godini) razina onečišćenja oborinskih voda značajno će se povećati.³⁹ Povećanjem broja kretanja zrakoplova će uzrokovati i veći rizik od velikih izlivanja i ostalih nesreća koje bi mogle onečistiti oborinske vode. Pošto se ZLD nalazi na jako osjetljivim krškom području svako veće izlivanje brzo ponire u podzemlje što bi moglo utjecati na kvalitetu podzemnih voda.

Zaštita podzemnih i površinskih voda se određuje skupom mjera za sprječavanje i smanjivanje onečišćenja, a one su:

- izgradnja razdjelnog sustava nepropusne kanalizacijske mreže (zasebno za sanitarnu odvodnju i odvodnju oborinskih voda)
- sustav prikupljanja oborinskih voda bi se trebao podijeliti u više zasebnih sustava i odvodnih punktova
- ugradnja uljnih separatora na mjestima odvoda oborinske vode u jame
- ugradnja uljnih separatora u odvodnim cijevima servisnih radionica, garaža te u skladištu goriva
- cjelokupni kanalizacijski sustav aerodroma bi se trebao priključiti na sustav glavnog kolektora i ispuštati u općinski sustav za pročišćavanje otpadnih voda
- postavljanje spremnika za oborinsku vodu s krovova i asfaltiranih dijelova ZLD
- za odleđivanje USS-e koristiti biorazgradiva i bezfosfatna sredstva.⁴⁰

³⁹ Ibid., str. 255.

⁴⁰ Ibid., str. 287.

Pošto onečišćenje vode u zračnim lukama i okolici predstavlja važan ekološki problem potrebno je poduzeti mjere da bi utjecaj na vode bio što manji. Prema tome svaka zračna luka bi trebala poduzimati mjere kako bi njen utjecaj na vode bio što manji.

Postoje specifične mjere koje svaka zračna luka treba po mogućnosti ispunjavati, a one su:

- korištenje plitkih nagiba za nasipe i kanale da bi se izbjegla erozija
- zaštititi nasipe od erozije uporabom zemljanog pokrova tijekom i nakon gradnje
- ustanoviti postupke kako bi se spriječilo da mrlje goriva dospiju u kanalizacijski sustav
- zabraniti bacanje starog ulja i maziva u kanalizacijski sustav
- zabraniti ispuštanje pjene za gašenje požara u kanalizaciju
- koristiti sredstva za pranje zrakoplova s niskim udjelom fosfata
- ograničiti količinu i vrste kemikalija koje se rabe za uništenje korova i insekata.⁴¹

Pošto je ZLD u fazi proširenja, utjecaj samog proširenja i rada zračne luke će dovesti do znatnog utjecaja zračne luke na tlo i vodu u njenoj okolici. Negativan utjecaj na podzemne vode u kontaktnom i širem području zahvata može nastati uslijed:

- nepostojanja sustava za odvodnju oborinskih voda
- nepostojanja rješenja za sanitarne otpadne vode za potrebe gradilišta
- izlivanje goriva i strojnih ulja iz korištenih strojeva, te njihovog curenja u tlo i podzemlje.⁴²

U sklopu proširenja ZLD planirane su izmjene na način da se izvede priključenje internog sustava odvodnje sanitarnih otpadnih voda na sustav javne odvodnje "Cavtat" te ugradnja uređaja za obradu otpadnih oborinskih voda prije njihovog ispuštanja u tlo. Takvi uređaji su separatori ulja i masti. Također je planirana

⁴¹ Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str. 194.

⁴² Poljanec, Z.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013., str. 256.

i nadogradnja postojećeg sustava odvodnje. Postojeći sustav odvodnje je razdjelni s odvojenim prikupljanjem i dispozicijom nastalih otpadnih voda i takav sustav će se zadržati i nakon rekonstrukcije.

Prema planiranim površinama i načinu upravljanja, prilikom proširenja ZLD nastati će sljedeće otpadne vode:

- sanitarne otpadne vode
- otpadne vode iz restorana
- onečišćene oborinske vode sa (USS-e, voznih staza, stajanke...)
- onečišćene vode s područja odleđivanja zrakoplova
- uvjetno čiste oborinske vode s krovnih površina ZLD.⁴³

Pošto će u budućnosti ZLD imati veći broj putnika na godišnjoj razini, takav rast putnika će povećati i ugroziti okolne vode. Prema tome ZLD je propisala mjere koje bi trebalo poštivati kako bi utjecaj na vode u blizini zračne luke bio što manji, a mjere su:

- obrada onečišćenih voda prije ispuštanja u tlo koristeći separatore ulja i masti
- obrada oborinskih voda prije ispuštanja u tlo koristeći separatore ulja i masti
- korištenje povoljnijih sredstava za odleđivanje (*Safewing* sredstvo)
- obrada otpadnih voda iz restorana i praonice rublja
- zasebna obrada voda zagađenih sredstvima za odleđivanje
- oborinska onečišćena voda s površina na kojima se odvija manipulacija s gorivom u cijelosti će se provoditi kroz separatore ulja i masti.⁴⁴

Utjecaji na tlo prilikom rada i proširenja ZLD su kratkotrajne prirode. Nuspojave koje će se pojaviti neće ostati trajne, a moguće pojave su: prekrivanje tla u slučaju odlaganja viška iskopa na zemljište koje nije za to predviđeno, taloženje prašine na tlo, povećana količina otpada i njegovo nepropisno odlaganje, izlijevanje goriva i maziva od strane mehaničkih uređaja te njihovo upijanje u tlo.

⁴³ Ibid., str. 288.

⁴⁴ Ibid., str. 149.

Upravo izlijevanje goriva i maziva može nastati punjenjem transportnih sredstava gorivom, neadekvatnog održavanja opreme i strojeva, neispravnog skladištenja otpada (motorna ulja), neadekvatnog skladištenja goriva i pomoćnih tehničkih sredstava.

Izgradnja zračne luke i njezino proširenje će uzrokovati izravna i posredna oštećenja koja se odnose na prenamjenu tla čime se ono nepovratno gubi. Posredne posljedice su smanjenje proizvodnih površina i povećana heterogenost pokrova tla. Uklanjanjem površinskog horizonta se onemogućuje samoobnova tla i na taj način tlo gubi plodnost. Zbijanjem tla radi stabilizacije terena doći će do narušavanja biogenosti tla te će doći do kvarenja strukture tla, smanjenja propusnosti tla. Betoniranjem i asfaltiranjem tla spriječit će se izmjena tvari i energije, a tlo će izgubiti proizvodnu, vodozaštitnu i ekološko-regulatorsku funkciju. Utjecaj na tlo u području ZLD, koji se odnosi na gubitak 23,8ha prirodnih površina je lokalni i zbog prenamjene površina nepovoljan, a po značaju s obzirom na područje te planiranu namjenu, utjecaj na tlo nije značajan u velikoj mjeri.

Također prilikom izgradnje, ali i proširenja zračne luke postoje trajni utjecaji na biljnu proizvodnju u okolišu, a takvi utjecaji su:

- onečišćenje kemijskim zagađivačima iz automobilskih motora i motora zrakoplova
- usporavanje rasta i razvoja usjeva zbog taloženja prašine na biljke što smanjuje prodor svjetla
- ograničena ili onemogućena proizvodnja poljoprivrednih prehrambenih proizvoda
- povećanje lebdećih čestica (PM10 i PM2,5) koje su toksične i zagađuju tlo.⁴⁵

4.3 Mjere za smanjenje štetnih tvari

U današnje vrijeme razvoj nove generacije motora u cijelosti je doprinio smanjenju ispušnih plinova iz zrakoplovnih motora. Razvoj mlaznih motora u SAD-U

⁴⁵ Ibid., str.253.

U desetak godina prije kraja prošlog stoljeća smanjio je udio pojedinih onečišćivača za otprilike 58%. Emisija CO je smanjena za 75% dok je emisija HC smanjena za čak približno 90%. Jedini problem predstavlja povećanje emisije NOx za 12%. Razvoj motora ide prema daljnjem smanjenju emisije onečišćivača. Tvornica Rolls-Royce i Pratt and Whitney na svojim novim motorima rade samo na usavršavanju postojećih koncepcija komora za izgaranje i ubrizgavanje goriva, dok tvornica General Electric istražuje pogodnosti dvostupnjevite komore za izgaranje. Procjene su da će takav novi pristup omogućiti smanjenje emisije NOx za čak 38%. Annex 16 volume 2 koji se bavi problematikom ispušnih plinova zrakoplovnih motora je odredio ukupnu dozvoljenu količinu određenih onečišćivača. Većina zrakoplovnih prijevoznika u današnje vrijeme posjeduje zrakoplove 3 generacije, takozvane tihe zrakoplove.

Prema navedenome postoje i mjere koje se poduzimaju da bi se emisija onečišćivača iz zrakoplovnih motora u potpunosti smanjila, a mjere su:

- **Tehnološke mjere** - podrazumijevaju aerodinamična poboljšanja zrakoplova, korištenje kompozitnih materijala kako bi se smanjila težina zrakoplova, a samim time i smanjila potrošnja goriva što će dovesti do manje emisije CO₂. Primjer tehnoloških inovacija je i A-380 čija krila su 25% građena od karbonskih vlakana čime je težina samog zrakoplova reducirana za 1,5 tona. Također problem emisije ispušnih plinova je moguće riješiti primjenom alternativnog goriva u zrakoplovstvu ili razvojem motora koji će ispuštati znatno manje štetnih plinova u okoliš.
- **Ekonomске mjere** - predviđanja rasta zračnog prometa, a samim time i znatnog povećanja štetnog ekološkog utjecaja na okoliš nisu u skladu s ciljem zrakoplovstva, a on je ekološka održivost. Prema tome samo tehnološke mjere nisu dovoljne. Ekonomske mjere bi znatno doprinijele racionalnoj potrošnji goriva, a samim time bi se i utjecaj ispušnih plinova iz zrakoplovnih motora smanjio. Jedan od primjera ekonomskih mjera koje će smanjiti emisiju štetnih plinova je i uvođenje zrakoplovnih ekoloških naknada. Naknada od 0.20 dolara po litri goriva bi smanjila rast zrakoplovne emisije za čak 30%. Također razvitak "jedinstvenog europskog neba" (*Single european sky* - SES) je ključan element pri rješavanju jednake razine sigurnosti i zaštite okoliša u

budućnosti.⁴⁶ Analize pokazuju da implementacija SES-a bi imala značajan utjecaj na smanjenu potrošnju goriva, operativnih troškova, vremena leta i udaljenosti letova. Tako bi potrošnja goriva koristeći SES bila manja za otprilike 3% što je jednako u prosjeku redukciji potrošnje goriva od 109,6 kg po letu. Sljedeći korak koji bi trebalo poduzeti je trgovanje emisijama štetnih plinova u cilju smanjenja utjecaja CO₂. po tom projektu razvijene zemlje koje su dosegnule kvotu dopuštenih štetnih plinova mogu od drugih zemalja koje su relativno nerazvijene otkupljivati njihove nepotrošene kvote štetnih emisija. Također jedna od ekonomskih mjera je i oporezivanje avionskog goriva što bi smanjilo emisije.

- **Operativne mjere** - obuhvaćaju implementaciju učinkovitog sustava upravljanja zaštite okoliša u operativu zračnog prometa. Primjerice optimizacija ruta, optimizacija uzletno sletnih procedura itd. Smanjenje emisija iz cestovnih motornih vozila koja dolaze u zračnu luku kao i samih zrakoplova mogu se postići idućim mjerama:

- smanjenje vremena rada motora zrakoplova
- uvođenjem vozila na stajanci na elektropogon
- uvođenjem fiksne opreme za prihvat i otpremu zrakoplova na stajanci (npr. zračni most)
- povezivanje zračne luke s gradom putem željezničkih linijama
- poticaj ka češćem korištenju javnog prijevoza (npr. autobusne linije)⁴⁷

⁴⁶ <http://content.iospress.com/articles/journal-of-aerospace-operations/aop0014>, 13.08.2015.

⁴⁷ Pavlin, S.: *Aerodormi 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 330.

5. Reakcije sudionika u zračnom prometu na smanjenje buke i ispušnih plinova

Pošto stopa rasta putničkog prometa iznosi oko 5% godišnje sa naznakama daljnjeg rasta u budućnosti, sudionici zračnog prometa moraju međusobno surađivati kako bi riješili problem vezan uz ekološke probleme. Smanjenje buke predstavlja osnovni cilj kojega je potrebno riješiti. Proizvodnja novih motora koji će biti znatno tiši od ostale konkurencije, sve češće uvođenje CDA prilaza prilikom slijetanja, nemogućnost naseljavanja stanovništva u neposrednoj blizini zračnih luka i ostale inicijative bi mogle donekle ublažiti negativan utjecaj buke od strane zrakoplovstva. Također razvijanje alternativnih goriva i njihova primjena bi mogla rezultirati manjom emisijom štetnih produkata iz zrakoplovnih motora. Problemi koji se tiču otpada su također rješivi, korištenjem materijala koji su u potpunosti skloni recikliranju.

Zračne luke bi trebale svojim postupcima u velikoj mjeri smanjiti ispuštanje CO₂ i potrošnju energije. Zrakoplovni prijevoznici izuzetno utječu na smanjenje emisije ispušnih plinova i buke u područjima zračnih luka. Sve većim brojem operacija godišnje sam utjecaj buke i ispušnih plinova će rasti u velikoj mjeri. Uostalom proizvođači zrakoplova već usavršavaju nove tehnologije izrade krila i zrakoplovnih motora koje će uzrokovati manju potrošnju goriva, a samim time i manje ispuštanje ispušnih plinova. Izrada trupa zrakoplova od kompozitnih materijala je od velike važnosti jer takvi materijali su čvrsti i lagani što će smanjiti težinu samog zrakoplova. Smanjenje težine rezultira manjom potrošnjom goriva. Također aktivnosti brojnih projekata, od koji treba istaknuti projekte SLEAN SKY, NACER, SESAR i ALPHA BIRD, su polog za održivost zračnog prometa u budućim vremenima.

5.1 Reakcije zračnih luka

Zračne luke su glavna prometna čvorišta u zračnom prometu i bez njih transport ljudi, robe i informacija ne bi bio moguć. Iako one imaju izuzetno ekonomsko i gospodarsko značenje, one predstavljaju opasnost po okoliš koji je u njenoj blizini. Zbog rada zračne luke okoliš je potrebno zaštititi mjerama koje će

smanjiti, a ako je moguće i spriječiti onečišćenje okoliša u područjima zračnih luka. Neke od mjera su i mjere za smanjenje emisije CO₂ na zračnim lukama su:

- mjerenje emisija CO₂ na zračnim lukama
- redukcija emisija CO₂ na zračnim lukama
- optimizacija
- neutralizacija.⁴⁸

Prvi korak koje poduzimaju zračne luke je precizno mjerenje količine CO₂ kojeg proizvodi zračna luka svojim djelovanjem. U prvom koraku potrebno je odrediti operativne granice i izvore emisije CO₂ u zadanim granicama. Zatim je potrebno prikupiti dobivene podatke i izračunati ukupnu emisiju CO₂ u prošloj godini. Zatim je potrebno sastaviti izvješće o emisiji CO₂ za trenutnu godinu. Na kraju zračne luke bi trebale uključiti u rad i neovisnu treću stranu koja će provjeriti izvješće sukladno ISO14064 zahtjevima kao i zahtjevima ACA-e (*Airport carbon accreditation*). Zračne luke moraju znati koliko svake godine emitiraju CO₂ u okoliš kako bi mogle planirati operacije i aktivnosti da se emisija smanji ili u potpunosti neutralizira. Da bi zračne luke mogle započeti s drugim korakom, prvi uvjet je da ispoštuju korak broj jedan. Nakon što su uspješno ispunile prethodni korak, zračne luke moraju svojim mjerama i operacijama dokazati da njihovi postupci zaista utječu na smanjenje CO₂. Da bi se u potpunosti proveo korak broj dva, zračne luke moraju ustanoviti da se emisija CO₂ reducira više godina uzastopno što je pokazatelj da mjere koje je zračna luka poduzela djeluju i na duži period. Postupci i operacije koje zračne luke provode u cilju smanjenja CO₂ su:

- opskrba "čistom" energijom (obnovljivi izvori energije)
- niskoenergetski dizajn objekata (izrada studija za smanjenje CO₂ prilikom gradnje novih objekata)
- korištenje alternativnih goriva za vozila zračne luke
- prednost dati projektima za smanjenje CO₂
- smanjenje potrošnje energije.⁴⁹

⁴⁸ <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>, 26.08.2015.

⁴⁹ Ibid., 26.08.2015.

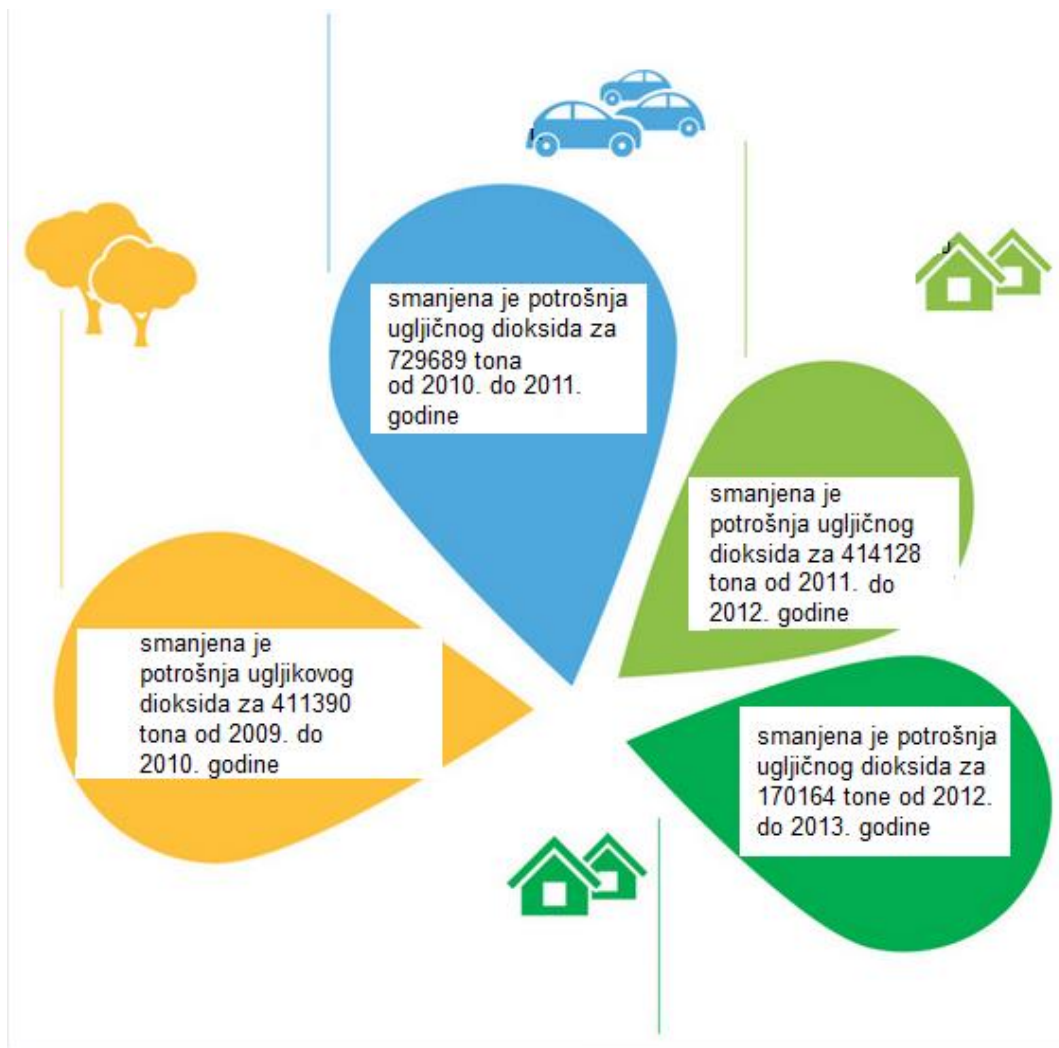
Treći korak zahtijeva rad neovisne treće strane za smanjenje emisija CO₂. Treću stranu predstavljaju zračni prijevoznici, neovisni pružatelji zemaljskih usluga, catering kompanije, kontrola zračnog prometa i ostali sudionici koji rade na zračnim lukama. Također uključuje i kopnene oblike prometa kao cestovni i željeznički promet. Zračne luke u ovom koraku moraju proširiti opseg djelovanja radi smanjenja emisija CO₂ na način da moraju izmjeriti emisiju CO₂ prilikom: polijetanja i slijetanja, prilikom dolaska putnika ili zaposlenika na zračnu luku, te ostale emisije ukoliko ih zračna luka želi uključiti. Zračne luke blisko surađuju sa zračnim prijevoznicima i sa pružateljima zemaljskih usluga koji također emitiraju CO₂. U nastavku su dani specifični pokazatelji na koji način mogu surađivati zračne luke i ostali sudionici da bi se reducirala emisija CO₂:

- kampanje koje će podignuti razinu svijesti i upoznati radnike sa utjecajem CO₂
- osigurati da glavni sudionici razumiju i slažu se sa ciljevima zračnih luka
- suradnja sa zračnim prijevoznicima kako bi se smanjilo vrijeme taksiranja i opsluživanja zrakoplova
- provedba obuka sudionicima o energetskej učinkovitosti i tehnikama menadžmenta za smanjenje emisije CO₂
- uključiti odredbu o emisiji CO₂ prilikom zakupa zrakoplova te uzeti u obzir energetskej učinkovitost prilikom sklapanja ugovora
- formirati strateška partnerstva s ostalim zračnim lukama, prijevoznicima itd. za suradnju na budućim ulaganjima i projektima.⁵⁰

Zadnji korak koji se poduzima je potpuna neutralizacija CO₂ tijekom cijele godine. To je slučaj kada zračna apsorbira istu količinu ugljičnog dioksida koliko ga i sama proizvede, no takav slučaj je gotovo nemoguć bez vanjske pomoći. Zbog toga brojne zračne luke zahtijevaju pristup fondovima kako bi omogućile neutralizaciju. Na primjer, zračna luka bi pristupom fondovima mogla platiti za korištenje energije vjetra umjesto elektrane na ugljen.⁵¹ Spomenutim pristupom postigli su se izuzetni rezultati smanjenja emisije CO₂ na zračnim lukama što je prikazano na slici 13.

⁵⁰ Ibid., 26.08.2015.

⁵¹ Ibid., 26.08.2015.



Slika 13. Podaci o smanjenju emisije ugljičnog dioksida na zračnim lukama od 2009. do 2013. Godine
Izvor: <http://www.airportcarbonaccreditation.org>, 26.08.2015.

5.2 Reakcije proizvođača zrakoplova

INASCO je visokotehnološka kompanija osnovana 1989. godine koja djeluje pri izradi naprednih materijala, proizvodnih procesa, kao što su precizna mehanizacija, postavljanje akustičnih obloga te postavljanje inteligentnih sistema koji su ugrađeni da bi pratili fizikalne i strukturalne parametre. Primarna zadaća INASCA-a je unaprjeđivanje, razvoj i primjena inovativnih tehnologija za koje se koriste u zrakoplovstvu. Također neki od proizvoda koje razvija i primjenjuje spomenuta kompanija, a tiču se zrakoplovstva su sljedeći:

- razvoj tehnologija za prigušenje buke
- razvoj nano tehnologije

- razvoj tehnologija za praćenje procesa
- proizvodnja i dizajn alata
- unaprjeđivanje senzora
- zdravstveni nadzor.⁵²

Jedna od glavnih smjernica u proizvodnim pogonima zrakoplovne industrije je i održivost zaštite okoliša tijekom cijelog životnog ciklusa određenog zrakoplova. Istraživački napor su fokusirani na efikasno iskorištavanje sirovina i energije, kao i na smanjenje količine otpada i onečišćenja voda u okolici i na samom području zračnih luka. Na planu za potpuno održiv zračni promet radi čitav niz europskih instituta koji su članovi Vijeća za aeronautička istraživanja u europskoj (*Advisory council for aeronautical research in Europe* - ACARE). Taj tim je zauzeo ciljeve koji svaki sudionik zračnog prometa treba dostići, kako bi se postigli spomenuti ciljevi. Popis pojedinih projekata ACARE-a su sljedeći:

- NACRE (*New aircraft concept research*) - razvoj novog koncepta zrakoplova
- ALPHA BIRD - razvoj i primjena alternativnih goriva
- CLEAN SKY- razvoj efikasnijih zrakoplovnih motora
- SESAR - razvoj menadžmenta zračnog prometa.⁵³

Što se tiče projekta NACRE, neke od mjera koje se razmatraju da bi se smanjila buka i emisija ispušnih plinova zrakoplova su korištenje laminarnih krila koje pokazuju veliki potencijal za redukciju potrošnje goriva, motor sa otvorenim rotorom te ugradnja posebnih vrsta krila za smanjenje potrošnje goriva. Prikaz motora s otvorenim rotorom je dan na slici 14.

⁵² <http://www.inasco.com/index.php>, 26.08.2015.

⁵³ Peović, T., Vince, D., Štimac, I.: *Razina prilagodbe zračnog prometa RH hrvatskim trendovima i poslovnom okruženju evropskog zračnog prostora*, HAZU, Zagreb, 2012., str. 8.



Slika 14. Motor s otvorenim rotorom

Izvor: <http://aviationweek.com/awin/europe-drawing-plans-future-aviation-research>, 26.08.2015.

ALPHA BIRD je organizacija koja se bavi istraživanjem alternativnih goriva u zrakoplovstvu. Neki od mjera koje se poduzimaju su:

- istraživanje alternativnih goriva
- kemijska analiza goriva
- poboljšanja vezana za goriva
- novi sistem ubrizgavanja goriva
- kompatibilnost zrakoplova i alternativnih goriva
- proizvodnja novih vrsta goriva.⁵⁴

Organizacija CLEAN SKY se bavi istraživanjem razvoja novih motora i novih strukturalnih promjena koje se primjenjuju na zrakoplovima. Takve inovacije će doprinijeti 20 do 30% smanjenja potrošnje goriva u zrakoplovstvu kao i smanjenju buke. Prema tome organizacija će poduzeti sljedeće mjere kako bi se smanjili negativni ekološki utjecaji zračnog prometa:

- nove tehnologije izrade krila
- smanjenje težine zrakoplova koristeći napredne materijale

⁵⁴ http://cordis.europa.eu/result/rcn/53330_en.html, 26.08.2015.

- uporaba novih lopatica motora (smanjenje buke)
- razvoj potpuno elektrizirane zrakoplovne opreme
- postupak recikliranja zrakoplova.⁵⁵

Organizacija SESAR okuplja više od 3000 znanstvenika u Europi čiji je cilj stvaranje napredne tehnologije menadžmenta zračnog prometa. Implementacija tehnologije će omogućavati:

- 27% povećanje prostora Europskog zračnog prometa
- 40% manji rizik od nesreća
- 2.8% manji utjecaj zračnog prometa na okoliš
- 6% redukcija troškova po letu.⁵⁶

Također jedna od osnovnih zadaća organizacije je smanjenje emisije štetnih plinova i potrošnje goriva optimizirajući letne putanje zrakoplova. Takva optimizacija ruta će doprinijeti kraćoj udaljenosti od početne do završne točke čime će se potrošnja goriva smanjiti, a s time i emisije štetnih plinova će se reducirati. Također i samo vrijeme putovanja će biti kraće.

5.3 Reakcije zrakoplovnih prijevoznika

Da bi koncept održivosti s ekološkog aspekta bio održiv u budućnosti potrebna je aktivna suradnja zračnih luka, proizvođača zrakoplova, ali i zrakoplovnih prijevoznika. Zrakoplovni prijevoznici su izuzetno bitan čimbenik gledajući utjecaj zračnog prometa na okoliš jer oni vrše transport ljudi i robe. Nadalje svi sudionici zračnog prometa bi se trebali angažirati da bi se ispunile zadaće koje se direktno tiču ekoloških i sigurnosnih aktivnosti. Prema tome za opstojnost zračnog prometa do 2020.godini u Europskoj uniji važno je ostvariti sljedeće ciljeve koji su podijeljeni u nekoliko segmenata:

⁵⁵ <http://www.cleansky.eu/content/homepage/activities>, 26.08.2015.

⁵⁶ <http://www.sesarju.eu/discover-sesar/objectives>, 26.08.2015.

- **okolina:** Smanjiti emisiju CO₂ za 50%, smanjiti emisiju NO_x za 80%, smanjiti razinu buke u zrakoplovstvu za 50%, eliminirati ili smanjiti utjecaj buke na stanovništvo, poboljšati odlaganje otpada i dr..
- **sigurnosni:** Smanjiti broj nesreća za 80% i minimizirati mogućnost ljudske pogreške te spriječiti i otkloniti sve moguće terorističke namjere.
- **kvaliteta i dostupnost:** Pojeftinjenje cijene prijevoza, prepoloviti vrijeme dolaska do aerodroma te pružanje većeg broja mogućnosti za putnike.⁵⁷

Da bi se smanjio utjecaj zrakoplovstva na okoliš zračni prijevoznici bi trebali poduzeti brojne aktivnosti koje bi smanjile utjecaje buke i ispušnih plinova na okoliš. Primjerice češće korištenje zračnih mostova na zračnim lukama koje ih posjeduju. Korištenjem zračnih mostova osigurava se veći komfor putnika, ali s ekološkog aspekta njihovo korištenje je od velike važnosti jer nisu potrebni autobusi za prijevoz putnika u putničku zgradu što će smanjiti potrošnju goriva, a samim time i dodatno ispuštanje štetnih plinova. Također njihova uporaba će na zračnoj strani aerodroma smanjiti razinu buke jer neće biti potrebno koristiti samohodne agregate koji se napajaju na fosilna goriva i koji proizvode značajnu buku zbog toga što zračni mostovi imaju fiksne priključke sa električnom energijom koji zamjenjuju bučne agregate.

Jedna od mjera koja bi bila od izuzetne važnosti je i smanjenje vremena taksiranja i zemaljskih operacija zrakoplova što bi dovelo do smanjenja emisije ispušnih plinova, ali i izloženost buci od strane zrakoplova bi bila manja. Korištenje CDA tehnike bi u značajnoj mjeri smanjilo izloženost obližnjih naselja od buke te pri doprinijelo manjoj potrošnji goriva, a samim time i manjom emisijom CO₂. Neizostavan čimbenik predstavlja i svijest prijevoznika prilikom nabave novih zrakoplova. Novi zrakoplovi bi trebali biti kategorije 3, a po mogućnosti i kategorije 4. Alijanse predstavljaju udruženja zrakoplovnih prijevoznika, a alijansa *Star Alliance* je objavila principe kojih se zrakoplovni prijevoznici koji su u toj organizaciji moraju pridržavati:

- povećati razinu svijesti i poboljšati zaštitu vezanu za okoliš i zrakoplovstvo
- prilikom radnih aktivnosti provoditi sve ekološke regulacije i propise

⁵⁷ Peović, T., Vince, D., Štimac, I.: *Razina prilagodbe zračnog prometa RH hrvatskim trendovima i poslovnom okruženju evropskog zračnog prostora*, HAZU, Zagreb, 2012., str. 15.

- komuniciranje sa vladama, lokalnim zajednicama, zaposlenicima i potrošačima radi prepoznavanja i rješavanja ekoloških problema
- spriječiti povećanje količine otpada koristeći reciklirane materijale
- razvijati nove tehnologije koje će smanjiti razinu buke i emisije štetnih plinova
- traženje novih metoda za uravnoteženje sve većeg broja putnika i okoliša.⁵⁸

⁵⁸<http://www.staralliance.com/assets/doc/en/about/initiatives/pdf/environmentalcommitmentstatement.pdf>, 26.08.2015.

6. Zaključak

U današnje vrijeme zračni promet predstavlja jedan od najsigurnijih i najbržih oblika prijevoza. Iako zračni promet ima brojne prednosti za korištenje, od izuzetne je važnosti shvatiti i njegov utjecaj na okoliš. Brojni su čimbenici koji utječu na okoliš djelovanjem zrakoplovstva kao buka, emisije ispušnih plinova, problem odlaganja otpada na zračnim lukama, štetan utjecaj na vode i zdravlje ljudi. Svi navedeni problemi moraju biti riješeni na način da se problemi smanje, a ako je moguće i potpuno uklone. Pošto po svim prognozama broj putnika i tereta godišnje će rasti, time i ekološki problemi će biti sve veći. Pozitivna činjenica je da su ekološki problemi shvaćeni u dovoljnoj mjeri od strane zračnih luka, zrakoplovnih prijevoznika i proizvođača zrakoplova.

Sve navedene organizacije implementiraju nove tehnologije tako da zračni promet u što manjoj mjeri utječe na okoliš. Mjere poput osmišljanja motora nove generacije koji emitiraju ispušne plinove u znatno manjim količinama te novi dizajn zrakoplovnih krila će omogućiti manju potrošnju goriva što će rezultirati manjim zagađenjem okoliša. Također uporaba kompozitnih materijala osigurava dodatnu redukciju potrošnje goriva.

U današnje vrijeme napredak zrakoplovstva je očit. To je izraženo u velikoj mjeri, ponajprije korištenjem zrakoplova treće i četvrte generacije koji su ekološki prihvatljivi. Također zračne luke svojim djelovanjem pokušavaju riješiti probleme koje donosi zračni promet. Postojanje zračnih luka koje proizvode jednaku količinu CO₂ koliko i apsorbiraju predstavlja princip kojeg bi svake zračne luke u budućnosti trebale primijeniti. Korištenje vozila za opsluživanje zrakoplova na električni pogon, razvoj alternativnih goriva kao i podučavanje zaposlenika zračnih luka o štetom djelovanju zračnog prometa su neke od mjera koje bi se morale u budućnosti više primjenjivati kako bi zračni promet bio ekološki održiv.

Što se tiče zračne luke Dubrovnik, ona je u skladu s održivim razvojem. ZLD provodi mjere vezane za zaštitu okoliša kao primjerice pročišćavanje otpadnih voda, reciklaža materijala, postojanje vozila na električni pogon, uporaba zračnih mostova,

uredno i odgovorno postupanje s otpadom kao i korištenje pročišćenih otpadnih voda za navodnjavanje zelenih površina. Takve i ostale mjere pokazuju da je ZLD u skladu sa ekološkim propisima.

Proširenjem zračne luke povećati će se i broj zrakoplovnih operacija, što će povećati razinu buke i količinu otpada. Upravo bi i podaci mogli predstavljati problem kojeg ZLD mora riješiti u budućnosti postavljanjem akustičnih izolacija na zgrade aerodroma, gradnjom zvučnih barijera u mjestima koja se nalaze u blizini zračne luke, a što se tiče otpada, njegov utjecaj je moguće smanjiti korištenjem materijala koji se mogu reciklirati prilikom rada zračne luke. Uporaba zračnog prometa je donijela brojne pogodnosti, a zadatak koji ostaje na ljudima je da ga odgovorno koriste.

Popis literature

1. Steiner, S., Božičević, J., Kaštela, S.: *Ekološki aspekti zračnog prometa* // Naučni skup "Ekološki problemi suvremenog prometa"- Zbornik radova / Čekić, Šefkija(ur.). Sarajevo: Saobraćaj i komunikacije, Društvo za izdavačku djelatnost, 2003. 33-40 (pozvano predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni)
2. Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
3. Pavlin, S.: *Aerodormi 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
4. Štimac, I., Vidović, A., Vince, D.: *Implementacija sustava praćenja i analiza buke u Zračnoj luci Zagreb* // Ekološki problemi prometnog razvoja: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 24. veljače 2011. u Zagrebu
5. Poljanec, Z.: Studija o utjecaju na okoliš za zahvat: *Proširenje zračne luke Dubrovnik*, općina Konavle, Zagreb, 2013.
6. Steiner, S.; Marušić, Ž., Božičević, J.: *Ekonomski aspekti razvoja zračnog prometa* (Economic Aspects of Air Transport Development) // izvornik: Međunarodno srećanje "Promet u funkciji gospodarskega in trajnostnega razvoja": zbornik referatov / Kolenc, Jurij(ur.).- Portorož: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, 2005. 42-52.
7. Peović, T.; Vince, D.; Štimac, I.: *Razina prilagodbe zračnog prometa RH hrvatskim trendovima i poslovnom okruženju evropskog zračnog prostora*, HAZU, Zagreb, 2012.
8. Golubić, J.: *Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa* / Jasna Golubić. // Ekološki problemi prometnog razvoja: zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa održanog 24. veljače 2011. u Zagrebu
9. http://dream-air.ru/new/pilotam/AircraftNoise-copy_2-.pd, kolovoz 2015.
10. http://aviationbenefits.org/media/50198/ATAG_AviationBenefits2014_SUMMARY_web.pdf, kolovoz 2015.
11. <http://content.iospress.com/articles/journal-of-aerospace-operations/aop0014>, kolovoz, 2015.
12. <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>, kolovoz 2015.
13. <http://www.inasco.com/index.php>, kolovoz 2015.

14. http://cordis.europa.eu/result/rcn/53330_en.html, kolovoz 2015.
15. <http://www.cleansky.eu/content/homepage/activities>, kolovoz 2015.
16. <http://www.sesariu.eu/discover-sesar/objectives>, kolovoz 2015.
17. <http://www.staralliance.com/assets/doc/en/about/initiatives/pdf/environmentalcommitmentstatement.pdf>, kolovoz 2015.
18. http://www.icao.int/SAM/Documents/2014-ENV/3.2.Noise%20TechnologyV3_notes.pdf, kolovoz 2015.
19. <http://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/203-2014.pdf>, kolovoz 2015.
20. <http://www.aef.org.uk/uploads/PlanningGuide2.pdf>, kolovoz 2015.
21. <http://www.airport-dubrovnik.hr/images/stories/DBV%20environment.pdf>, kolovoz 2015.
22. http://www.opcinakonavle.hr/images/stories/UPU/UPU_ZL_JR2014/Tekstualni_dio/Tekst_UPU_Zracna_luka_Cilipi_1_KNJIGA_1.pdf, kolovoz 2015.
23. <http://code7700.com/cdfa.html>, kolovoz 2015.

Popis slika

Slika 1. Izvori emisije stakleničkih plinova po granama prometa	4
Slika 2. Točke mjerenja razine buke na zračnim lukama	6
Slika 3. Izvori buke Airbusa A-380	7
Slika 4. Vrijednost izvora buke koju stvara zrakoplov u fazi slijetanja i uzlijetanja	8
Slika 5. Utjecaji na okoliš koji najviše zabrinjavaju 50 vodećih zračnih luka u SAD-u14	
Slika 6. Uređaj i strojarnica uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na ZLD	20
Slika 7. Cjevovod oborinske kanalizacije na istočnom kraju stajanke opće avijacije	21
Slika 8. Smještaj objekata i opreme na ZLD	22
Slika 9. Izloženost buci većoj od 65dB u Europskoj uniji	26
Slika 10. Postupak FAA	29
Slika 11. Postupak Lufthansa-e	30
Slika 12. Prilaz u dva stupnja	31
Slika 13. Podaci o smanjenju emisije ugljičnog dioksida na zračnim lukama od 2009. do 2013. Godine	43
Slika 14. Motor s otvorenim rotorom	45

Popis tablica

Tabela 1. Količina ispušnih plinova u određenim režimima rada motora	10
Tabela 2. Faze javljanja štetnih ispušnih plinova zrakoplovnih motora i njihove posljedice na okoliš	11
Tabela 3. Grupe i količina otpada koje su u zoni ZLD nastale u 2011. godini.....	24
Tabela 4. Mjere za sprječavanje ili smanjenje otpada u ZLD.....	25

METAPODACI

Naslov rada: Utjecaj zračne luke Dubrovnik na okoliš

Autor: Božo Krilanović

Mentor: dr. sc. Jasna Golubić

Naziv na drugome jeziku (engleski): Impact of Construction of the Airport Dubrovnik on the Environment

Povjerenstvo za obranu:

- | | |
|--|-------------|
| • <u>doc. dr. sc. Stanislav Pavlin</u> | predsjednik |
| • <u>dr. sc. Jasna Golubić</u> | mentor |
| • <u>mr. sc. Ružica Škurla Babić</u> | član |
| • <u>prof. dr. sc. Tino Bucak</u> | zamjena |

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za zračni promet

Vrsta studija: Sveučilišni

Naziv studijskog programa: Promet

Stupanj: Preddiplomski

Akademski naziv: _____

Datum obrane završnog rada: _____

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je **završni rad** isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenju literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu **završnog rada** pod naslovom **Utjecaj izgradnje zračne luke Dubrovnik na okoliš** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student:

U Zagrebu, _____

(potpis)